

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

JC997 U.S. PTO  
09/987633  
11/15/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年11月16日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-348871

出 願 人

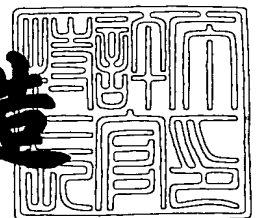
Applicant(s):

日本電気株式会社

2001年 8月31日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3080276

【書類名】 特許願

【整理番号】 47500383PY

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/10

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

    【氏名】 金子 太郎

【特許出願人】

    【識別番号】 000004237

    【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100083987

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 山内 梅雄

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 016252

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9006535

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 アレイ導波路格子、光送信装置および光通信システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する複数の入力ポートと、

これらの入力ポートから入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置され各波長の多重化された光を出力する出力ポートと、

前記入力ポートから入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置され多重化された光をモニタするモニタ用ポート

とを備えたスラブ導波路を具備することを特徴とするアレイ導波路格子。

【請求項 2】 波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する複数の入力ポートと、

これらの入力ポートから入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置され各波長の多重化された光を出力する出力ポートと、

前記入力ポートから入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置されこの高次回折光を前記複数の入力ポート側に反射する高次回折光反射手段

とを備えたスラブ導波路を具備することを特徴とするアレイ導波路格子。

【請求項 3】 波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する複数の入力ポートと、

これらの入力ポートから入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置され各波長の多重化された光を出力する出力ポートと、

前記入力ポートから入力される光の 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置されこの高次回折光を前記複数の入力ポート側に反射する高次回折光反射手段と、

この高次回折光反射手段から反射された光を取り出すために前記複数の入力ポート以外の位置に配置された 1 または複数のモニタ用ポート

とを備えたスラブ導波路を具備することを特徴とするアレイ導波路格子。

【請求項 4】 波長ごとに用意された複数の光源と、

波長の異なる光をそれぞれの波長に対応してこれらの光源から入力する入力導

波路と、

各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャネル導波路アレイと、

このチャネル導波路アレイの入力側と前記入力導波路を接続する入力スラブ導波路と、

このチャネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置された多重化された光出力用の出力ポートとを備えた出力スラブ導波路と、

出力ポートと接続され送信する多重化された光を出力するための出力導波路と

前記出力スラブ導波路内における前記入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置で得られた各波長を多重化した光を前記チャネル導波路アレイを用いて分波しそれぞれの波長のモニタ出力を得るモニタ用分波手段と、

このモニタ用分波手段によって得られた波長ごとの光から前記複数の光源のそれぞれの波長の光の出力レベルを検出する出力レベル検出手段と、

この出力レベル検出手段の検出した前記複数の光源のそれぞれの波長の光の出力レベルに応じて前記複数の光源のそれぞれのパワーを制御する光源パワー制御手段

とを具備することを特徴とする光送信装置。

【請求項 5】 波長ごとに用意された複数の光源と、

波長の異なる光をそれぞれの波長に対応してこれらの光源から入力する入力導波路と、

各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャネル導波路アレイと、

このチャネル導波路アレイの入力側と前記入力導波路を接続する入力スラブ導波路と、

このチャネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置

された多重化された光出力用の出力ポートと、前記入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置されたモニタ用ポートとを備えた出力スラブ導波路と、

出力ポートと接続され送信する多重化された光を出力するための出力導波路と

前記モニタ用ポートに得られた各波長を多重化した光を前記チャネル導波路アレイを用いて分波しそれぞれの波長のモニタ出力を得るモニタ用分波手段と、

このモニタ用分波手段によって得られた波長ごとの光から前記複数の光源のそれぞれの波長の光の出力レベルを検出する出力レベル検出手段と、

この出力レベル検出手段の検出した前記複数の光源のそれぞれの波長の光の出力レベルに応じて前記複数の光源のそれぞれのパワーを制御する光源パワー制御手段

とを具備することを特徴とする光送信装置。

【請求項 6】 波長の異なる信号光をそれぞれの波長に対応して入力する入力導波路と、

各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャネル導波路アレイと、

このチャネル導波路アレイの入力側と前記入力導波路を接続する入力スラブ導波路と、

このチャネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャネル導波路アレイを通り入力される信号光の 0 次回折光の結像位置に配置された多重化された信号光出力用の出力ポートとを備えた出力スラブ導波路と、

出力ポートと接続され送信する多重化された信号光を出力するための出力導波路と、

前記出力スラブ導波路内における前記入力導波路から入力される信号光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置で得られた各波長を多重化した信号光を前記チャネル導波路アレイを用いて分波しそれぞれの波長のモニタ出力を得るモニタ用分波手段と、

このモニタ用分波手段によって得られた波長ごとの信号光から前記それぞれの波長の信号光の出力レベルを検出する出力レベル検出手段と、

この出力レベル検出手段の検出した前記それぞれの波長の信号光の出力レベルに応じて前記波長の異なる信号光の前記複数の入力導波路に対する入射レベルを制御する光入射レベル制御手段

とを具備することを特徴とする光送信装置。

【請求項 7】 波長の異なる信号光をそれぞれの波長に対応して入力する複数の入力導波路と、

各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャネル導波路アレイと、

このチャネル導波路アレイの入力側と前記入力導波路を接続する入力スラブ導波路と、

このチャネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置された多重化された信号光出力用の出力ポートと、前記入力導波路から入力される信号光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置されたモニタ用ポートとを備えた出力スラブ導波路と、

出力ポートと接続され送信する多重化された信号光を出力するための出力導波路と、

前記モニタ用ポートに得られた各波長を多重化した信号光を前記チャネル導波路アレイを用いて分波しそれぞれの波長のモニタ出力を得るモニタ用分波手段と

このモニタ用分波手段によって得られた波長ごとの信号光から前記それぞれの波長の信号光の出力レベルを検出する出力レベル検出手段と、

この出力レベル検出手段の検出したそれぞれの波長の信号光の出力レベルに応じて前記波長の異なる信号光の前記複数の入力導波路に対する入射レベルを制御する光入射レベル制御手段

とを具備することを特徴とする光送信装置。

【請求項 8】 波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する入力導

波路と、

各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャネル導波路アレイと、

このチャネル導波路アレイの入力側と前記入力導波路を接続する入力スラブ導波路と、

このチャネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置され各波長の多重化された光を出力する出力ポートとを備えた出力スラブ導波路と、

出力ポートと接続され送信する多重化された光を出力するための出力導波路と

前記出力スラブ導波路内における前記入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置で得られた各波長の多重化した光を前記チャネル導波路アレイを用いて分波しそれぞれの波長のモニタ出力を得るモニタ用分波手段

とを具備することを特徴とする光送信装置。

【請求項 9】 波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する入力導波路と、

各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャネル導波路アレイと、

このチャネル導波路アレイの入力側と前記入力導波路を接続すると共に前記チャネル導波路アレイから戻ってくる光をモニタするモニタ用ポートを備えた入力スラブ導波路と、

前記チャネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置され各波長の多重化された光を出力する出力ポートと、前記入力導波路から入力される光の 0 次以外の高次回折光の結像位置に集光した光をこの結像位置から入力側に戻す光戻し手段とを備えた出力スラブ導波路と、

前記出力ポートと接続され送信する多重化された光を出力するための出力導波

路

とを具備することを特徴とするアレイ導波路格子。

【請求項 1 0】 前記光戻し手段は、前記入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置されこの高次回折光を入力して前記複数の入力導波路側に反射させる反射手段であることを特徴とする請求項 9 記載のアレイ導波路格子。

【請求項 1 1】 基板と、

この基板上に配置され、波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する入力導波路と、

前記基板上に配置され、各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャンネル導波路アレイと、

前記基板上に配置され、このチャンネル導波路アレイの入力側と前記入力導波路を接続する入力スラブ導波路と、

このチャンネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置され各波長の多重化された光を出力する出力ポートと、前記入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置されたモニタ用ポートとを備えた出力スラブ導波路と、

出力ポートと接続された出力導波路と、

前記基板上に配置され、前記出力スラブ導波路の前記モニタ用ポートに一端を接続され基板端面に至る途中に他端を有する導波路と、

この導波路の前記他端に配置され前記モニタ用ポートから送られてきた光を反射する反射手段

とを具備することを特徴とするアレイ導波路格子。

【請求項 1 2】 基板と、

この基板上に配置され、波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する入力導波路と、

前記基板上に配置され、各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャンネル導波路アレイと、



前記基板上に配置され、このチャンネル導波路アレイの入力側と前記入力導波路を接続する入力スラブ導波路と、

このチャンネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置された多重化された光出力用の出力ポートと、前記入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置されたモニタ用出力ポートと、このモニタ用出力ポートから出力される光が所定の経路で戻ってきたものを前記複数の入力導波路の方に出力するモニタ用入力ポートとを備えた出力スラブ導波路と、

出力ポートと接続された出力導波路と、

前記基板上に配置され、この出力スラブ導波路の前記モニタ用出力ポートとモニタ用入力ポートを光学的に接続する導波路とを具備することを特徴とするアレイ導波路格子。

【請求項 1 3】 基板と、

この基板上に配置され、波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する入力導波路と、

前記基板上に配置され、各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャンネル導波路アレイと、

前記基板上に配置され、このチャンネル導波路アレイの入力側と前記入力導波路を接続する入力スラブ導波路と、

このチャンネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置された多重化された光出力用の出力ポートと、前記入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置されたモニタ用ポートとを備えた出力スラブ導波路と、

出力ポートと接続された出力導波路と、

前記基板上に配置され、前記出力スラブ導波路の前記モニタ用ポートに一端を接続され他端を基板端面に配置した導波路と、

この導波路の前記他端に配置され前記モニタ用ポートから送られてきた光を反

射する反射手段

とを具備することを特徴とするアレイ導波路格子。

【請求項 1 4】 基板と、

この基板上に配置され、波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する入力導波路と、

前記基板上に配置され、各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャンネル導波路アレイと、

前記基板上に配置され、このチャンネル導波路アレイの入力側と前記入力導波路を接続する入力スラブ導波路と、

このチャンネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置された多重化された光出力用の出力ポートと、前記入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置されたモニタ用出力ポートと、このモニタ用出力ポートから出力される光が所定の経路で戻ってきたものを前記複数の入力導波路の方に出力するモニタ用入力ポートとを備えた出力スラブ導波路と、

前記基板上に配置され、この出力スラブ導波路の前記モニタ用出力ポートに一端を接続され他端を基板端面の所定位置に配置したモニタ用出力導波路と、

前記基板上に配置され、前記出力スラブ導波路の前記モニタ用入力ポートに一端を接続され他端を基板端面の前記所定位置以外の位置に配置したモニタ用入力導波路と、

前記基板端面におけるモニタ用出力導波路とモニタ用入力導波路の両端面を光学的に接続する光ファイバ

とを具備することを特徴とするアレイ導波路格子。

【請求項 1 5】 基板と、

この基板上に配置され、波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する入力導波路と、

前記基板上に配置され、各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャンネル導波路アレイと、

前記基板上に配置され、このチャンネル導波路アレイの入力側と前記入力導波路を接続する入力スラブ導波路と、

このチャンネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置された多重化された光出力用の出力ポートと、前記入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置されたモニタ用ポートとを備えた出力スラブ導波路と、

前記基板上に配置され、この出力スラブ導波路の前記モニタ用ポートに一端を接続され他端を基板端面の所定位置に配置した出力導波路と、

前記基板端面に位置する出力導波路の前記他端に一端を接続した光ファイバと

この光ファイバの他端に接続され、一端から送られてきた光を反射する反射手段

とを具備することを特徴とするアレイ導波路格子。

【請求項 1 6】 波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する入力導波路と、

各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャンネル導波路アレイと、

モニタ用の多重光を帰還する帰還用導波路と、

前記入力導波路および帰還用導波路の一端を入力側に配置し出力側にチャンネル導波路アレイの入力側を配置した入力スラブ導波路と、

前記チャンネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置され前記光の多重化された光を取り出す出力ポートと、前記入力導波路から入力される光の 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置され、この結像位置に前記帰還用導波路の他端を接続した帰還ポートを備えると共に、前記チャンネル導波路アレイに前記帰還用導波路によって入力された多重光を分波したモニタ用の光を取り出す 1 または複数のモニタ用ポートとを備えた出力スラブ導波路と、

前記出力スラブ導波路の前記出力ポートと接続された出力導波路と、

前記モニタ用ポートに接続されたモニタ用出力導波路  
とを具備することを特徴とするアレイ導波路格子。

【請求項 1 7】 波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する入力導波路と、

各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャンネル導波路アレイと、

モニタ用の多重光を帰還する帰還用ファイバと、

前記入力導波路および帰還用ファイバの一端を入力側に配置し出力側にチャンネル導波路アレイの入力側を配置した入力スラブ導波路と、

前記チャンネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置され前記光の多重化された光を取り出す出力ポートと、前記入力導波路から入力される光の 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置され、この結像位置に前記帰還用ファイバの他端を接続した帰還ポートを備えると共に、前記チャンネル導波路アレイに前記帰還用ファイバによって入力された多重光を分波したモニタ用の光を取り出す 1 または複数のモニタ用ポートとを備えた出力スラブ導波路と、

前記出力スラブ導波路の前記出力ポートと接続された出力導波路と、

前記モニタ用ポートに接続されたモニタ用出力導波路  
とを具備することを特徴とするアレイ導波路格子。

【請求項 1 8】 波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する入力導波路と、

これら入力導波路とは異なった位置に配置されモニタ用の光を取り出すモニタ用導波路と、

各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャンネル導波路アレイと、

前記チャンネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次以外の高次回折光の結像位置に集光した光をこの結像位置から入力側に戻す光戻し手段を備えた出力スラブ導波路と、

前記入力導波路およびモニタ用導波路とチャネル導波路アレイの入力側を接続し、前記出力スラブ導波路から前記チャネル導波路アレイを経て内部に入射した光をモニタ用導波路に入射させる入力スラブ導波路と、

前記出力スラブ導波路の前記入力導波路から入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置され多重化された光出力用の出力ポートと、

この出力ポートと接続された出力導波路  
とを具備することを特徴とするアレイ導波路格子。

【請求項 1 9】 前記出力スラブ導波路から前記入力スラブ導波路に戻される光の 0 次回折光の結像位置にモニタ用導波路が配置されており、1 次回折光の結像位置が前記の各入力導波路の中間位置となっていることを特徴とする請求項 1 8 記載のアレイ導波路格子。

【請求項 2 0】 前記モニタ用導波路は前記入力スラブ導波路において前記入力導波路と交互に配置されていることを特徴とする請求項 1 8 記載のアレイ導波路格子。

【請求項 2 1】 前記入力導波路のそれぞれの波長に対応した前記入力スラブ導波路における入力位置は、前記チャネル導波路アレイから戻ってきた光の 0 次回折光と 1 次回折光の結像位置の中間位置となっていることを特徴とする請求項 1 8 記載のアレイ導波路格子。

【請求項 2 2】 前記入力スラブ導波路における前記モニタ用導波路のそれぞれのポートの存在する位置を包括した領域は、前記入力導波路の存在する位置を包括した領域とは重複しない別の領域として設定されていることを特徴とする請求項 1 8 記載のアレイ導波路格子。

【請求項 2 3】 前記光戻し手段は、出力スラブ導波路内の高次回折光の結像位置に配置した高次回折光反射ミラーと、高次回折光反射ミラーおよび 0 次回折光の結像位置以外の位置に配置されて高次回折光反射ミラーによって反射された光を入力側に戻す光戻しミラーとを具備することを特徴とする請求項 1 8 記載のアレイ導波路格子。

【請求項 2 4】 前記光戻し手段は、出力スラブ導波路内の高次回折光の結像位置に配置し、その位置に入射する高次回折光をその光軸から僅かに異なった

角度で入力側に戻す光戻しミラーを具備することを特徴とする請求項 1 8 記載のアレイ導波路格子。

【請求項 2 5】 前記光戻し手段は、出力スラブ導波路の配置された基板の端面に配置されたミラーと、高次回折光の結像位置に集光した光をこのミラーに導く第 1 のモニタ用導波路と、前記ミラーによって反射された光を前記出力スラブ導波路の出力ポートおよび光の 0 次以外の高次回折光の結像位置以外の場所から出力スラブ導波路に入射して入力側に射出させる第 2 のモニタ用導波路を具備することを特徴とする請求項 1 8 記載のアレイ導波路格子。

【請求項 2 6】 前記光戻し手段は、高次回折光の結像位置に集光した光を入射して前記出力スラブ導波路の出力ポートおよび 0 次以外の高次回折光の結像位置以外の場所から出力スラブ導波路に入射して入力側に射出させるモニタ用導波路を具備することを特徴とする請求項 1 8 記載のアレイ導波路格子。

【請求項 2 7】 前記光戻し手段は、高次回折光の結像位置に集光した光を入射して前記出力スラブ導波路の出力ポートおよび 0 次以外の高次回折光の結像位置以外の場所から出力スラブ導波路に入射して入力側に射出させる光ファイバを具備することを特徴とする請求項 1 8 記載のアレイ導波路格子。

【請求項 2 8】 各波長の光信号をパラレルに送出する光送信手段と、  
この光送信手段の送出した各波長の光信号を波長分割多重化するアレイ導波路格子からなるマルチプレクサと、

このマルチプレクサから出力される波長分割多重化された光信号を伝送する光伝送路と、

この光伝送路の途中に適宜配置されたアレイ導波路格子を備えたノードと、

前記光伝送路を前記ノードを経由して送られてきた光信号を入力し各波長の光信号に分離するアレイ導波路格子からなるデマルチプレクサと、

このデマルチプレクサによって分離された各波長の光信号を受信する光受信手段とを備え、

前記マルチプレクサは、波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する複数の入力導波路と、これらの入力導波路から入力スラブ導波路とチャネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置された多重化された

光出力用の出力ポートと、前記入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置され多重化された光をモニタするモニタ用ポートとを備えたスラブ導波路を具備するアレイ導波路格子であることを特徴とする光通信システム。

【請求項 29】 複数のノードを伝送路によって環状に接続し、これらの伝送路に波長分割多重化された光信号を伝送する環状伝送路を有し、それぞれのノードが波長分割多重化された光信号を各波長の光信号に分離する第 1 のアレイ導波路格子と、各波長の光信号に分離された光信号を波長分割多重化する第 2 のアレイ導波路格子を備えており、

前記第 2 のアレイ導波路格子は、波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する複数の入力導波路と、これらの入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置された多重化された光出力用の出力ポートと、前記入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置され多重化された光をモニタするモニタ用ポートとを備えたスラブ導波路を具備する素子であることを特徴とする光通信システム。

【請求項 30】 各波長の光信号を平行に送出する光送信手段と、

この光送信手段の送出した各波長の光信号を波長分割多重化するアレイ導波路格子からなるマルチプレクサと、

このマルチプレクサから出力される波長分割多重化された光信号を伝送する光伝送路と、

この光伝送路の途中に適宜配置されたアレイ導波路格子を備えたノードと、

前記光伝送路を前記ノードを経由して送られてきた光信号を入力し各波長の光信号に分離するアレイ導波路格子からなるデマルチプレクサと、

このデマルチプレクサによって分離された各波長の光信号を受信する光受信手段とを備え、

前記マルチプレクサは、波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する複数の入力導波路と、これらの入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置された多重化された

光出力用の出力ポートと、前記入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置されこの高次回折光を入力して前記複数の入力導波路側に反射する高次回折光反射手段と、この高次回折光反射手段から反射された光を入力するために前記複数の入力導波路以外の位置に配置された 1 または複数のモニタ用ポートとを備えたスラブ導波路を具備するアレイ導波路格子である

ことを特徴とする光通信システム。

【請求項 3 1】 複数のノードを伝送路によって環状に接続し、これらの伝送路に波長分割多重化された光信号を伝送する環状伝送路を有し、それぞれのノードが波長分割多重化された光信号を各波長の光信号に分離する第 1 のアレイ導波路格子と、各波長の光信号に分離された光信号を波長分割多重化する第 2 のアレイ導波路格子を備えており、

前記第 2 のアレイ導波路格子は、波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する複数の入力導波路と、これらの入力導波路から入力スラブ導波路とチャネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置された多重化された光出力用の出力ポートと、前記入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置されこの高次回折光を入力して前記複数の入力導波路側に反射する高次回折光反射手段と、この高次回折光反射手段から反射された光を入力するために前記複数の入力導波路以外の位置に配置された 1 または複数のモニタ用ポートとを備えたスラブ導波路を具備する素子であることを特徴とする光通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は光をモニタするモニタ機能を備えたアレイ導波路格子、光送信装置および光通信システムに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

たとえば DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing: 高密度波長分



割多重通信方式) システムでは、光のアライブ監視と、光のレベル等化が要求される。そこで、このようなシステムでは従来から AWG (arrayed waveguide grating: アレイ導波路格子) の前段または後段にカプラ等のタッピングデバイスを配置して、光を分岐し、この分岐光をモニタすることでこの要求に役いていた。

#### 【0003】

図25はタッピングデバイスを使用した従来の合波装置の概要を示したものである。各波長の信号光  $101_1 \sim 101_N$  はアレイ導波路格子  $102$  に入力され、合波された多重信号光  $103$  として出力される。アレイ導波路格子  $102$  の入力側にはそれぞれの波長に対応させてタッピングデバイス  $104_1 \sim 104_N$  が配置されており、信号光をそれぞれ分岐してモニタ光  $105_1 \sim 105_N$  を得るようになっている。

#### 【0004】

このような合波装置あるいはアレイ導波路格子を使用した光通信システムでは、タッピングデバイス  $104_1 \sim 104_N$  を使用して光を分岐していたので、モニタを行おうとするチャネルの数だけ、たとえばカプラとこのカプラを接続する接続用光ファイバといった部品を用意する必要があった。このため、チャネル数が増加するとモニタのために必要とする部品が増加して、アレイ導波路格子全体が大型化するという問題があった。また部品点数の増大によりデバイスがコストアップするという問題もあった。

#### 【0005】

そこで、特開平9-49937号公報で提案されたアレイ導波路格子では、光信号入力用のN本の入力導波路に加えて、波長監視用のN本の入力導波路を配置し、また、N本の出力導波路の両側に1本ずつの波長監視用の出力導波路を配置している。

#### 【0006】

図26はこのアレイ導波路格子の構成を表わしたものである。基板  $111$  上には光信号入力用のN本の入力導波路  $112$  と、波長監視用のN本の入力導波路  $113$  と、所定の導波路長差  $\Delta L$  で順次長くなったM本の導波路からなる導波路ア

レイ 114 と、N 本の出力導波路 115 と、この出力導波路 115 の両側に 1 本ずつ設けられた波長監視用の出力導波路 116、117 と、2 組の入力導波路 112、113 と導波路アレイ 114 を接続する入力スラブ導波路 118 と、導波路アレイ 114 と 3 組の出力導波路 115、116、117 を接続する出力スラブ導波路 119 が形成されている。

## 【0007】

## 【発明が解決しようとする課題】

この提案のアレイ導波路格子では、光信号については入力スラブ導波路 118 に接続された N 本の入力導波路 112 と出力スラブ導波路 119 に接続された N 本の出力導波路 115 が使用され、波長監視用には入力スラブ導波路 118 に接続された N 本の入力導波路 113 と出力スラブ導波路 119 に接続された波長監視用の出力導波路 116、117 が使用される。したがって、実際の信号光を用いて監視を行うことができないという欠点があった。

## 【0008】

そこで本発明の目的は、実際に合波する光を使用してこれらの光をモニタすることができ、しかも装置の大型化やコストアップを極力抑えることのできるアレイ導波路格子、光送信装置および光通信システムを提供することにある。

## 【0009】

## 【課題を解決するための手段】

請求項 1 記載の発明では、（イ）波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する複数の入力ポートと、（ロ）これらの入力ポートから入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置され各波長の多重化された光を出力する出力ポートと、（ハ）入力ポートから入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置され多重化された光をモニタするモニタ用ポートとを備えたスラブ導波路をアレイ導波路格子に具備させる。

## 【0010】

すなわち請求項 1 記載の発明では、アレイ導波路格子のスラブ導波路に入力される光の 0 次回折光を出力ポートから出力する他、0 次以外の高次回折光の結像位置、たとえば 1 次回折光の結像位置にモニタ用ポートを備え、これを用いてそ

の多重化した光のモニタを行うようにしている。

【0011】

請求項2記載の発明では、(イ)波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する複数の入力ポートと、(ロ)これらの入力ポートから入力される光の0次回折光の結像位置に配置され各波長の多重化された光を出力する出力ポートと、(ハ)入力ポートから入力される光の多重化された0次以外の高次回折光の結像位置に配置されこの高次回折光を前記した複数の入力ポート側に反射する高次回折光反射手段とを備えたスラブ導波路をアレイ導波路格子に具備させる。

【0012】

すなわち請求項2記載の発明では、アレイ導波路格子のスラブ導波路に入力される光の0次回折光を出力ポートから出力する他、0次以外の高次回折光の結像位置、たとえば1次回折光の結像位置に高次回折光反射手段を配置して多重化した光を入力ポート側に戻すようにしている。これにより、アレイ導波路格子を逆方向に進んで各波長に分波された光をその入力側でモニタすることができる。

【0013】

請求項3記載の発明では、(イ)波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する複数の入力ポートと、(ロ)これらの入力ポートから入力される光の0次回折光の結像位置に配置され各波長の多重化された光を出力する出力ポートと、(ハ)入力ポートから入力される光の0次以外の高次回折光の結像位置に配置されこの高次回折光を入力して前記した複数の入力ポート側に反射する高次回折光反射手段と、(ニ)この高次回折光反射手段から反射された光を出力するために前記した複数の入力ポート以外の位置に配置された1または複数のモニタ用ポートとを備えたスラブ導波路をアレイ導波路格子に具備させる。

【0014】

すなわち請求項3記載の発明では、アレイ導波路格子のスラブ導波路に入力される光の0次回折光を出力ポートから出力する他、0次以外の高次回折光の結像位置、たとえば1次回折光の結像位置に高次回折光反射手段を配置して多重化した光を入力ポート側に戻すようにしている。入力ポート側には入力ポート以外の位置に1または複数のモニタ用ポートが配置されているので、これらのモニタ用

ポートからモニタ光を得ることができる。

【0015】

請求項4記載の発明では、(イ)波長ごとに用意された複数の光源と、(ロ)波長の異なる光をそれぞれの波長に対応してこれらの光源から入力する入力導波路と、(ハ)各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャンネル導波路アレイと、(ニ)このチャンネル導波路アレイの入力側と入力導波路を接続する入力スラブ導波路と、(ホ)このチャンネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを通り入力される光の0次回折光の結像位置に配置された多重化された光出力用の出力ポートとを備えた出力スラブ導波路と、(ヘ)出力ポートと接続され送信する多重化された光を出力するための出力導波路と、(ト)出力スラブ導波路内における入力導波路から入力される光の多重化された0次以外の高次回折光の結像位置で得られた各波長を多重化した光をチャンネル導波路アレイを用いて分波しそれぞれの波長のモニタ出力を得るモニタ用分波手段と、(チ)このモニタ用分波手段によって得られた波長ごとの光から前記した複数の光源のそれぞれの波長の光の出力レベルを検出する出力レベル検出手段と、(リ)この出力レベル検出手段の検出した前記した複数の光源のそれぞれの波長の光の出力レベルに応じて前記した複数の光源のそれぞれのパワーを制御する光源パワー制御手段とを光送信装置に具備させる。

【0016】

すなわち請求項4記載の発明では、出力導波路から送信する多重化された光を出力する一方、モニタ用分波手段によって、出力スラブ導波路内におけるチャンネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを通り入力される光の多重化された0次以外の高次回折光の結像位置で得られた各波長を多重化した光をチャンネル導波路アレイを用いて分波しそれぞれの波長のモニタ出力を得るようにし、得られた波長ごとの光から複数の光源のそれぞれの波長の光の出力レベルを検出し、検出した複数の光源のそれぞれの波長の光の出力レベルに応じて前記した複数の光源のそれぞれのパワーを制御するようにしている。

## 【 0 0 1 7 】

請求項 5 記載の発明では、（イ）波長ごとに用意された複数の光源と、（ロ）波長の異なる光をそれぞれの波長に対応してこれらの光源から入力する入力導波路と、（ハ）各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャンネル導波路アレイと、（ニ）このチャンネル導波路アレイの入力側と入力導波路を接続する入力スラブ導波路と、（ホ）このチャンネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置された多重化された光出力用の出力ポートと、入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置されたモニタ用ポートとを備えた出力スラブ導波路と、（ヘ）出力ポートと接続され送信する多重化された光を出力するための出力導波路と、（ト）モニタ用ポートに得られた各波長の多重化した光をチャンネル導波路アレイを用いて分波しそれぞれの波長のモニタ出力を得るモニタ用分波手段と、（チ）このモニタ用分波手段によって得られた波長ごとの光から前記した複数の光源のそれぞれの波長の光の出力レベルを検出する出力レベル検出手段と、（リ）この出力レベル検出手段の検出した前記した複数の光源のそれぞれの波長の光の出力レベルに応じて前記した複数の光源のそれぞれのパワーを制御する光源パワー制御手段とを光送信装置に具備させる。

## 【 0 0 1 8 】

すなわち請求項 5 記載の発明では、出力導波路から送信する多重化された光を出力する一方、モニタ用分波手段によって、出力スラブ導波路内における入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光をその結像位置に配置されたモニタ用ポートから取得している。そしてこれをチャンネル導波路アレイを用いて分波しそれぞれの波長のモニタ出力を得るようにし、得られた波長ごとの光から複数の光源のそれぞれの波長の光の出力レベルを検出し、検出した前記した複数の光源のそれぞれの波長の光の出力レベルに応じて前記した複数の光源のそれぞれのパワーを制御するようにしている。

## 【 0 0 1 9 】

請求項 6 記載の発明では、（イ）波長の異なる信号光をそれぞれの波長に対応

して入力する入力導波路と、（ロ）各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャネル導波路アレイと、（ハ）このチャネル導波路アレイの入力側と入力導波路を接続する入力スラブ導波路と、（ニ）このチャネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャネル導波路アレイを通り入力される信号光の 0 次回折光の結像位置に配置された多重化された信号光出力用の出力ポートとを備えた出力スラブ導波路と、（ホ）出力ポートと接続され送信する多重化された信号光を出力するための出力導波路と、

（ヘ）出力スラブ導波路内における入力導波路から入力される信号光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置で得られた各波長を多重化した信号光をチャネル導波路アレイを用いて分波しそれぞれの波長のモニタ出力を得るモニタ用分波手段と、（ト）このモニタ用分波手段によって得られた波長ごとの信号光からそれぞれの波長の信号光の出力レベルを検出する出力レベル検出手段と、（チ）この出力レベル検出手段の検出したそれぞれの波長の信号光の出力レベルに応じて波長の異なる信号光の複数の入力導波路に対する入射レベルを制御する光入射レベル制御手段とを光送信装置に具備させる。

## 【 0 0 2 0 】

すなわち請求項 6 記載の発明では、出力導波路から送信する多重化された光を出力する一方、モニタ用分波手段によって、出力スラブ導波路内における入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置で得られた各波長の多重化した光をチャネル導波路アレイを用いて分波しそれぞれの波長のモニタ出力を得るようにし、得られた波長ごとの信号光からそれぞれの波長の信号光の出力レベルを検出し、検出したそれぞれの波長の光の出力レベルに応じて複数の光源のそれぞれのパワーを制御するようにしている。請求項 6 記載の発明の場合には光源から得られる光だけでなく、中継されてきた光に対しても適用可能である。

## 【 0 0 2 1 】

請求項 7 記載の発明では、（イ）波長の異なる信号光をそれぞれの波長に対応して入力する複数の入力導波路と、（ロ）各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャネル導波路アレイと、（ハ）このチャネル導

波路アレイの入力側と入力導波路を接続する入力スラブ導波路と、(二) このチャンネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置された多重化された信号光出力用の出力ポートと、入力導波路から入力される信号光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置されたモニタ用ポートとを備えた出力スラブ導波路と、(ホ) 出力ポートと接続され送信する多重化された信号光を出力するための出力導波路と、(ヘ) モニタ用ポートに得られた各波長を多重化した信号光をチャンネル導波路アレイを用いて分波しそれぞれの波長のモニタ出力を得るモニタ用分波手段と、(ト) このモニタ用分波手段によって得られた波長ごとの信号光からそれぞれの波長の信号光の出力レベルを検出する出力レベル検出手段と、(チ) この出力レベル検出手段の検出したそれぞれの波長の信号光の出力レベルに応じて波長の異なる信号光の前記した複数の入力導波路に対する入射レベルを制御する光入射レベル制御手段とを光送信装置に具備させる。

## 【 0 0 2 2 】

すなわち請求項 7 記載の発明では、出力導波路から送信する多重化された光を出力する一方、モニタ用分波手段によって、出力スラブ導波路内における入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光をその結像位置に配置されたモニタ用ポートから取得している。そしてこれをチャンネル導波路アレイを用いて分波しそれぞれの波長のモニタ出力を得るようにし、得られた波長ごとの光からそれぞれの波長の光の出力レベルを検出し、検出したそれぞれの波長の光の出力レベルに応じて複数の光源のそれぞれのパワーを制御するようにしている。請求項 7 記載の発明の場合には光源から得られる光だけでなく、中継されてきた光に対しても適用可能である。

## 【 0 0 2 3 】

請求項 8 記載の発明では、(イ) 波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する入力導波路と、(ロ) 各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャンネル導波路アレイと、(ハ) このチャンネル導波路アレイの入力側と入力導波路を接続する入力スラブ導波路と、(ニ) このチャンネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波

路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置され各波長の多重化された光を出力する出力ポートとを備えた出力スラブ導波路と、（ホ）出力ポートと接続され送信する多重化された光を出力するための出力導波路と、（ヘ）出力スラブ導波路内における入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置で得られた各波長の多重化した光をチャンネル導波路アレイを用いて分波しそれぞれの波長のモニタ出力を得るモニタ用分波手段とを光送信装置に具備させる。

## 【 0 0 2 4 】

すなわち請求項 8 記載の発明では、モニタ用分波手段が出力スラブ導波路内における入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置で得られた各波長の多重化した光をチャンネル導波路アレイを用いて分波しそれぞれの波長のモニタ出力を得るようにしている。

## 【 0 0 2 5 】

請求項 9 記載の発明では、（イ）波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する入力導波路と、（ロ）各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャンネル導波路アレイと、（ハ）このチャンネル導波路アレイの入力側と入力導波路を接続すると共にチャンネル導波路アレイから戻ってくる光をモニタするモニタ用ポートを備えた入力スラブ導波路と、（ニ）チャンネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置され各波長の多重化された光を出力する出力ポートと、入力導波路から入力される光の 0 次以外の高次回折光の結像位置に集光した光をこの結像位置から入力側に戻す光戻し手段とを備えた出力スラブ導波路と、（ホ）出力ポートと接続され送信する多重化された光を出力するための出力導波路とをアレイ導波路格子に具備させる。

## 【 0 0 2 6 】

すなわち請求項 9 記載の発明では、出力スラブ導波路に、入力導波路から入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置され各波長の多重化された光を出力する出力ポートと、入力導波路から入力される光の 0 次以外の高次回折光の結像位置に集光した光をこの結像位置から入力側に戻す光戻し手段を備えさせ、チャンネル



導波路アレイを経由して入力スラブ導波路に戻ったモニタ光をモニタ用ポートから取り出すようにしている。

## 【 0 0 2 7 】

請求項 1 0 記載の発明では、請求項 9 記載のアレイ導波路格子で、光戻し手段は、入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置されこの高次回折光を複数の入力導波路側に反射させる反射手段であることを特徴としている。

## 【 0 0 2 8 】

すなわち請求項 1 0 記載の発明では、光戻し手段としてミラー等の反射手段を使用している。

## 【 0 0 2 9 】

請求項 1 1 記載の発明では、（イ）基板と、（ロ）この基板上に配置され、波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する入力導波路と、（ハ）基板上に配置され、各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャンネル導波路アレイと、（ニ）基板上に配置され、このチャンネル導波路アレイの入力側と入力導波路を接続する入力スラブ導波路と、（ホ）このチャンネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置され各波長の多重化された光を出力する出力ポートと、入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置されたモニタ用ポートとを備えた出力スラブ導波路と、（ヘ）出力ポートと接続された出力導波路と、（ト）基板上に配置され、出力スラブ導波路のモニタ用ポートに一端を接続され基板端面に至る途中に他端を有する導波路と、（チ）この導波路の他端に配置されモニタ用ポートから送られてきた光を反射する反射手段とをアレイ導波路格子に具備させる。

## 【 0 0 3 0 】

すなわち請求項 1 1 記載の発明では、出力導波路から取り出したモニタ光を基板上の導波路の途中に設けられたミラー等の反射手段で反射して戻すことにしている。

## 【 0 0 3 1 】

請求項 1 2 記載の発明では、（イ）基板と、（ロ）この基板上に配置され、波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する入力導波路と、（ハ）基板上に配置され、各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャンネル導波路アレイと、（ニ）基板上に配置され、このチャンネル導波路アレイの入力側と入力導波路を接続する入力スラブ導波路と、（ホ）このチャンネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置された多重化された光出力用の出力ポートと、入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置されたモニタ用出力ポートと、このモニタ用出力ポートから出力される光が所定の経路で戻ってきたものを複数の入力導波路の方に出力するモニタ用入力ポートとを備えた出力スラブ導波路と、（ヘ）出力ポートと接続された出力導波路と、（ト）基板上に配置され、この出力スラブ導波路のモニタ用出力ポートとモニタ用入力ポートを光学的に接続する導波路とをアレイ導波路格子に具備させる。

## 【 0 0 3 2 】

すなわち請求項 1 2 記載の発明では、出力導波路から取り出したモニタ光を基板上の導波路自体で戻すことにしている。

## 【 0 0 3 3 】

請求項 1 3 記載の発明では、（イ）基板と、（ロ）この基板上に配置され、波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する入力導波路と、（ハ）基板上に配置され、各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャンネル導波路アレイと、（ニ）基板上に配置され、このチャンネル導波路アレイの入力側と入力導波路を接続する入力スラブ導波路と、（ホ）このチャンネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置された多重化された光出力用の出力ポートと、入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置されたモニタ用ポートとを備えた出力スラブ導波路と、（ヘ）出力ポートと接続された出力導波路と、（ト）基板上に配置され、出力スラブ導波路のモニタ用ポートに一端を接続され他端を基板端面に配置し

た導波路と、（チ）この導波路の他端に配置されモニタ用ポートから送られてきた光を反射する反射手段とをアレイ導波路格子に具備させる。

## 【 0 0 3 4 】

すなわち請求項 1 3 記載の発明では、出力導波路から取り出したモニタ光を基板端面まで導波路で導き、この端面に配置した反射手段で元の方向に戻すようにしている。

## 【 0 0 3 5 】

請求項 1 4 記載の発明では、（イ）基板と、（ロ）この基板上に配置され、波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する入力導波路と、（ハ）基板上に配置され、各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャンネル導波路アレイと、（ニ）基板上に配置され、このチャンネル導波路アレイの入力側と入力導波路を接続する入力スラブ導波路と、（ホ）このチャンネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置された多重化された光出力用の出力ポートと、入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置されたモニタ用出力ポートと、このモニタ用出力ポートから出力される光が所定の経路で戻ってきたものを複数の入力導波路の方に出力するモニタ用入力ポートとを備えた出力スラブ導波路と、（ヘ）基板上に配置され、この出力スラブ導波路のモニタ用出力ポートに一端を接続され他端を基板端面の所定位置に配置したモニタ用出力導波路と、（ト）基板上に配置され、出力スラブ導波路のモニタ用入力ポートに一端を接続され他端を基板端面の所定位置以外の位置に配置したモニタ用入力導波路と、（チ）基板端面におけるモニタ用出力導波路とモニタ用入力導波路の両端面を光学的に接続する光ファイバとをアレイ導波路格子に具備させる。

## 【 0 0 3 6 】

すなわち請求項 1 4 記載の発明では、出力導波路から取り出したモニタ光を基板端面まで出力導波路で導き、端面に接続された光ファイバの一端からこれを入射し、他端から基板端面を介してモニタ用入力導波路で出力スラブ導波路内に戻すようにしている。

## 【 0 0 3 7 】

請求項 1 5 記載の発明では、（イ）基板と、（ロ）この基板上に配置され、波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する入力導波路と、（ハ）基板上に配置され、各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャンネル導波路アレイと、（ニ）基板上に配置され、このチャンネル導波路アレイの入力側と入力導波路を接続する入力スラブ導波路と、（ホ）このチャンネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置された多重化された光出力用の出力ポートと、入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置されたモニタ用ポートとを備えた出力スラブ導波路と、（ヘ）基板上に配置され、この出力スラブ導波路のモニタ用ポートに一端を接続され他端を基板端面の所定位置に配置した出力導波路と、（ト）基板端面に位置する出力導波路の他端に一端を接続した光ファイバと、（チ）この光ファイバの他端に接続され、一端から送られてきた光を反射する反射手段とをアレイ導波路格子に具備させる。

## 【 0 0 3 8 】

すなわち請求項 1 5 記載の発明では、出力導波路から取り出したモニタ光を基板端面まで出力導波路で導き、端面に接続された光ファイバの一端からこれを入力するようにしている。この光ファイバの他端には一端から送られてきた光を反射する反射手段が配置されているので、多重化されたモニタ光を出力スラブ導波路内に戻すことができる。

## 【 0 0 3 9 】

請求項 1 6 記載の発明では、（イ）波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する入力導波路と、（ロ）各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャンネル導波路アレイと、（ハ）モニタ用の多重光を帰還する帰還用導波路と、（ニ）入力導波路および帰還用導波路の一端を入力側に配置し出力側にチャンネル導波路アレイの入力側を配置した入力スラブ導波路と、（ホ）チャンネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置さ

れ光の多重化された光を取り出す出力ポートと、入力導波路から入力される光の 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置され、この結像位置に帰還用導波路の他端を接続した帰還ポートを備えると共に、チャネル導波路アレイに帰還用導波路によって入力された多重光を分波したモニタ用の光を取り出す 1 または複数のモニタ用ポートとを備えた出力スラブ導波路と、（ヘ）出力スラブ導波路の出力ポートと接続された出力導波路と、（ト）モニタ用ポートに接続されたモニタ用出力導波路とをアレイ導波路格子に具備させる。

## 【 0 0 4 0 】

すなわち請求項 1 6 記載の発明では、出力スラブ導波路の帰還ポートから得られた多重化されたモニタ光を、帰還用導波路を用いて入力スラブ導波路の入力側から入射するようにしている。これにより、モニタ光はチャネル導波路アレイを通過して分波され、出力スラブ導波路のモニタ用ポートから取り出すことができる。

## 【 0 0 4 1 】

請求項 1 7 記載の発明では、（イ）波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する入力導波路と、（ロ）各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャネル導波路アレイと、（ハ）モニタ用の多重光を帰還する帰還用ファイバと、（ニ）入力導波路および帰還用ファイバの一端を入力導波路側に配置し出力側にチャネル導波路アレイの入力側を配置した入力スラブ導波路と、（ホ）チャネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置され光の多重化された光を取り出す出力ポートと、入力導波路から入力される光の 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置され、この結像位置に帰還用ファイバの他端を接続した帰還ポートを備えると共に、チャネル導波路アレイに帰還用ファイバによって入力された多重光を分波したモニタ用の光を取り出す 1 または複数のモニタ用ポートとを備えた出力スラブ導波路と、（ヘ）出力スラブ導波路の出力ポートと接続された出力導波路と、（ト）モニタ用ポートに接続されたモニタ用出力導波路とをアレイ導波路格子に具備させる。

## 【 0 0 4 2 】

すなわち請求項 1 7 記載の発明では、出力スラブ導波路の帰還ポートから得られた多重化されたモニタ光を、帰還用ファイバを用いて入力スラブ導波路の入力導波路側から入射するようにしている。これにより、モニタ光はチャンネル導波路アレイを通して分波され、出力スラブ導波路のモニタ用ポートから取り出すことができる。

## 【 0 0 4 3 】

請求項 1 8 記載の発明では、（イ）波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する入力導波路と、（ロ）これら入力導波路とは異なった位置に配置されモニタ用の光を取り出すモニタ用導波路と、（ハ）各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャンネル導波路アレイと、（ニ）チャンネル導波路アレイの出力側と接続され、入力導波路から入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次以外の高次回折光の結像位置に集光した光をこの結像位置から入力側に戻す光戻し手段とを備えた出力スラブ導波路と、（ホ）入力導波路およびモニタ用導波路とチャンネル導波路アレイを接続し、出力スラブ導波路からチャンネル導波路アレイを経て内部に入射した光をモニタ用導波路に入射させる入力スラブ導波路と、（ヘ）入力導波路から入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置され多重化された光出力用の出力ポートと、（ト）この出力ポートと接続された出力導波路とをアレイ導波路格子に具備させる。

## 【 0 0 4 4 】

すなわち請求項 1 8 記載の発明では、入力スラブ導波路の入力側に多重化するための光を入力する入力導波路の他にモニタ用導波路を接続しており、出力スラブ導波路の光戻し手段によって入力スラブ導波路側に戻されたモニタ光をこのモニタ用導波路から取り出すようにして、戻されたモニタ光を入力導波路以外のポートから得る（ポートを入力導波路からずらす）ことにしている。

## 【 0 0 4 5 】

請求項 1 9 記載の発明では、請求項 1 8 記載のアレイ導波路格子で、出力スラブ導波路から入力スラブ導波路に戻る光の 0 次回折光の結像位置にモニタ用導波路の各ポートが配置されており、1 次回折光の結像位置が入力導波路の各ポートの中間位置となっていることを特徴としている。

## 【 0 0 4 6 】

すなわち請求項 1 9 記載の発明では、出力スラブ導波路の光戻し手段によって入力スラブ導波路側に戻される光の 0 次回折光の結像位置にモニタ用導波路の各ポートが配置されている一方、このモニタ光の高次回折光の結像位置を入力導波路の各ポートの中間位置に設定することで戻り光が入力導波路に逆方向に入力される量を軽減している。

## 【 0 0 4 7 】

請求項 2 0 記載の発明では、請求項 1 8 記載のアレイ導波路格子で、モニタ用導波路は入力導波路と交互に配置されていることを特徴としている。

## 【 0 0 4 8 】

すなわち請求項 2 0 記載の発明では、入力スラブ導波路の入力側に配置されるそれぞれの入力導波路の間にモニタ用導波路を配置し、これらの導波路をスラブ導波路の入力側の中央部に近い位置に集め、モニタ光の 0 次回折光をモニタ用導波路に入射させ、高次の回折光はこれらの導波路よりも周辺側に結像させて、入力導波路に伝搬するモニタ光を軽減させている。

## 【 0 0 4 9 】

請求項 2 1 記載の発明では、請求項 1 8 記載のアレイ導波路格子で、入力スラブ導波路における入力導波路のそれぞれの波長に対応した入力位置は、チャンネル導波路アレイから戻ってきた光の 0 次回折光と 1 次回折光の結像位置の中間位置となっていることを特徴としている。

## 【 0 0 5 0 】

すなわち請求項 2 1 記載の発明では、入力スラブ導波路における入力導波路のそれぞれの入力位置をチャンネル導波路アレイから戻ってきたモニタ光の 0 次回折光と 1 次回折光の結像位置の中間位置とし、このようにそれぞれの入力導波路の位置をモニタ光の結像位置とずらして設定することで入力導波路に伝搬するモニタ光を軽減させている。

## 【 0 0 5 1 】

請求項 2 2 記載の発明では、請求項 1 8 記載のアレイ導波路格子で、入力スラブ導波路においてモニタ用導波路のそれぞれのポートの存在する位置を包括した

領域は、入力導波路の対応する波長の入力導波路の存在する位置を包括した領域とは重複しない別の領域として設定されていることを特徴としている。

## 【 0 0 5 2 】

すなわち請求項 2 2 記載の発明では、入力スラブ導波路におけるモニタ用導波路のそれぞれのポートの存在する位置を包括した領域を、入力導波路の対応する波長の入力導波路の存在する位置を包括した領域から離すことで、入力導波路に入力するモニタ光の影響を少なくするようにした。

## 【 0 0 5 3 】

請求項 2 3 記載の発明では、請求項 1 8 記載のアレイ導波路格子で、光戻し手段は、出力スラブ導波路内の高次回折光の結像位置に配置した高次回折光反射ミラーと、高次回折光反射ミラーおよび 0 次回折光の結像位置以外の位置に配置されて高次回折光反射ミラーによって反射された光を入力側に戻す光戻しミラーとを具備することを特徴としている。

## 【 0 0 5 4 】

すなわち請求項 2 3 記載の発明では、高次回折光の結像位置に配置した高次回折光反射ミラー単独でモニタ光を反射させるのとは異なり、この反射光をたとえば 0 次や 1 次回折光の結像位置以外の位置に配置された他のミラーとしての光戻しミラーで更に反射させて入力スラブ導波路側に戻すので、戻す位置の違いによって入力スラブ導波路の入力導波路に入力するモニタ光の影響を少なくすることができる。

## 【 0 0 5 5 】

請求項 2 4 記載の発明では、請求項 1 8 記載のアレイ導波路格子で、光戻し手段は、出力スラブ導波路内の高次回折光の結像位置に配置し、その位置に入射する高次回折光をその光軸から僅かに異なった角度で入力側に戻す光戻しミラーを具備することを特徴としている。

## 【 0 0 5 6 】

すなわち請求項 2 4 記載の発明では、高次回折光をその光軸から僅かに異なった角度で入力側に戻す光戻しミラーを用意することで、戻す方向の違いによって入力スラブ導波路の入力導波路に入力するモニタ光の影響を少なくすることがで



きる。

【 0 0 5 7 】

請求項 2 5 記載の発明では、請求項 1 8 記載のアレイ導波路格子で、光戻し手段は、出力スラブ導波路の配置された基板の端面に配置されたミラーと、高次回折光の結像位置に集光した光をこのミラーに導く第 1 のモニタ用導波路と、ミラーによって反射された光を出力スラブ導波路の出力ポートおよび光の 0 次以外の高次回折光の結像位置以外の場所から出力スラブ導波路の入力側に出射させる第 2 のモニタ用導波路を具備することを特徴としている。

【 0 0 5 8 】

すなわち請求項 2 5 記載の発明では、出力スラブ導波路から取り出したモニタ光を第 1 のモニタ用導波路によって基板の端面まで導き、ここに配置されたミラーによって反射された光を出力スラブ導波路の出力ポートおよび光の 0 次以外の高次回折光の結像位置以外の場所から入力側に出射させることにし、モニタ光を戻す位置の違いによって入力スラブ導波路の入力導波路に入力するモニタ光の影響を少なくするようにしている。

【 0 0 5 9 】

請求項 2 6 記載の発明では、請求項 1 8 記載のアレイ導波路格子で、光戻し手段は、高次回折光の結像位置に集光した光を入射して出力スラブ導波路の出力ポートおよび光の 0 次以外の高次回折光の結像位置以外の場所から入力側に出射させるモニタ用導波路を具備することを特徴としている。

【 0 0 6 0 】

すなわち請求項 2 6 記載の発明では、高次回折光の結像位置に集光した光を出力導波路から取り出して 0 次以外の高次回折光の結像位置以外の場所から入力側に出射させる際に、基板上に両ポートをつなぐモニタ用導波路を配置することでこれを実現することになっている。

【 0 0 6 1 】

請求項 2 7 記載の発明では、請求項 1 8 記載のアレイ導波路格子で、光戻し手段は、高次回折光の結像位置に集光した光を入射して出力スラブ導波路の出力ポートおよび光の 0 次以外の高次回折光の結像位置以外の場所から入力側に出射さ

せる光ファイバを具備することを特徴としている。

【0062】

すなわち請求項27記載の発明では、請求項26記載の発明で使用したモニタ用導波路の代わりに光ファイバを使用したものである。

【0063】

請求項28記載の発明では、（イ）各波長の光信号を平行に送出する光送信手段と、（ロ）この光送信手段の送出した各波長の光信号を波長分割多重化するアレイ導波路格子からなるマルチプレクサと、（ハ）このマルチプレクサから出力される波長分割多重化された光信号を伝送する光伝送路と、（ニ）この光伝送路の途中に適宜配置されたアレイ導波路格子を備えたノードと、（ホ）光伝送路をノードを経由して送られてきた光信号を入力し各波長の光信号に分離するアレイ導波路格子からなるデマルチプレクサと、（ヘ）このデマルチプレクサによって分離された各波長の光信号を受信する光受信手段とを備えた光通信システムで、（ト）マルチプレクサは、波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する複数の入力導波路と、これらの入力導波路から入力スラブ導波路とチャネル導波路アレイを通り入力される光の0次回折光の結像位置に配置された多重化された光出力用の出力ポートと、入力導波路から入力される光の多重化された0次以外の高次回折光の結像位置に配置され多重化された光をモニタするモニタ用ポートとを備えたスラブ導波路を具備するアレイ導波路格子であることを特徴としている。

【0064】

すなわち請求項28記載の発明では、光送信手段と、この光送信手段の送出した各波長の光信号を波長分割多重化するアレイ導波路格子からなるマルチプレクサと、このマルチプレクサから出力される波長分割多重化された光信号を伝送する光伝送路と、この光伝送路の途中に適宜配置されたアレイ導波路格子を備えたノードと、光伝送路をノードを経由して送られてきた光信号を入力し各波長の光信号に分離するアレイ導波路格子からなるデマルチプレクサと、このデマルチプレクサによって分離された各波長の光信号を受信する光受信機とを備えたライン状の光通信システムで、これを構成するマルチプレクサを請求項1記載のアレイ

導波路格子で構成することで、モニタ光を用いた制御を可能にしている。

【 0 0 6 5 】

請求項 2 9 記載の発明では、（イ）複数のノードを伝送路によって環状に接続し、これらの伝送路に波長分割多重化された光信号を伝送する環状伝送路を有し、それぞれのノードが波長分割多重化された光信号を各波長の光信号に分離する第 1 のアレイ導波路格子と、各波長の光信号に分離された光信号を波長分割多重化する第 2 のアレイ導波路格子を備えた光通信システムで、（ロ）第 2 のアレイ導波路格子は、波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する複数の入力導波路と、これらの入力導波路から入力スラブ導波路とチャネル導波路アレイを通り入力される光の 0 次回折光の結像位置に配置された多重化された光出力用の出力ポートと、入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置され多重化された光をモニタするモニタ用ポートとを備えたスラブ導波路を具備する素子であることを特徴としている。

【 0 0 6 6 】

すなわち請求項 2 9 記載の発明では、複数のノードを伝送路によって環状に接続し、これらの伝送路に波長分割多重化された光信号を伝送する環状伝送路を有し、それぞれのノードが波長分割多重化された光信号を各波長の光信号に分離する第 1 のアレイ導波路格子と、各波長の光信号に分離された光信号を波長分割多重化する第 2 のアレイ導波路格子を備えた環状の光通信システムで、第 2 のアレイ導波路格子を請求項 1 記載のアレイ導波路格子で構成することで、モニタ光を用いた制御を可能にしている。

【 0 0 6 7 】

請求項 3 0 記載の発明では、（イ）各波長の光信号を平行に送出する光送信手段と、（ロ）この光送信手段の送出した各波長の光信号を波長分割多重化するアレイ導波路格子からなるマルチプレクサと、（ハ）このマルチプレクサから出力される波長分割多重化された光信号を伝送する光伝送路と、（ニ）この光伝送路の途中に適宜配置されたアレイ導波路格子を備えたノードと、（ホ）光伝送路をノードを経由して送られてきた光信号を入力し各波長の光信号に分離するアレイ導波路格子からなるデマルチプレクサと、（ヘ）このデマルチプレクサによ

って分離された各波長の光信号を受信する光受信手段とを備えた光通信システムで、(ト)マルチプレクサは、波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する複数の入力導波路と、これらの入力導波路から入力スラブ導波路とチャネル導波路アレイを通り入力される光の0次回折光の結像位置に配置された多重化された光出力用の出力ポートと、入力導波路から入力される光の多重化された0次以外の高次回折光の結像位置に配置されこの高次回折光を入力して前記した複数の入力側に反射する高次回折光反射手段と、この高次回折光反射手段から反射された光を入力するために前記した複数の入力導波路以外の位置に配置された1または複数のモニタ用ポートとを備えたスラブ導波路を具備するアレイ導波路格子であることを特徴としている。

## 【0068】

すなわち請求項30記載の発明では、光送信手段と、この光送信手段の送出した各波長の光信号を波長分割多重化するアレイ導波路格子からなるマルチプレクサと、このマルチプレクサから出力される波長分割多重化された光信号を伝送する光伝送路と、この光伝送路の途中に適宜配置されたアレイ導波路格子を備えたノードと、光伝送路をノードを経由して送られてきた光信号を入力し各波長の光信号に分離するアレイ導波路格子からなるデマルチプレクサと、このデマルチプレクサによって分離された各波長の光信号を受信する光受信手段とを備えたライン状の光通信システムで、これを構成するマルチプレクサは請求項3記載のアレイ導波路格子で構成することで、モニタ光を用いた制御を可能にしている。

## 【0069】

請求項31記載の発明では、(イ)複数のノードを伝送路によって環状に接続し、これらの伝送路に波長分割多重化された光信号を伝送する環状伝送路を有し、それぞれのノードが波長分割多重化された光信号を各波長の光信号に分離する第1のアレイ導波路格子と、各波長の光信号に分離された光信号を波長分割多重化する第2のアレイ導波路格子を備えた光通信システムで、(ロ)第2のアレイ導波路格子は、波長の異なる光をそれぞれの波長に対応して入力する複数の入力導波路と、これらの入力導波路から入力スラブ導波路とチャネル導波路アレイを通り入力される光の0次回折光の結像位置に配置された多重化された光出力用の

出力ポートと、入力導波路から入力される光の多重化された 0 次以外の高次回折光の結像位置に配置されこの高次回折光を入力して複数の入力側に反射する高次回折光反射手段と、この高次回折光反射手段から反射された光を入力するために前記した複数の入力導波路以外の位置に配置された 1 または複数のモニタ用ポートとを備えたスラブ導波路を具備する素子であることを特徴としている。

## 【 0 0 7 0 】

すなわち請求項 3 1 記載の発明では、複数のノードを伝送路によって環状に接続し、これらの伝送路に波長分割多重化された光信号を伝送する環状伝送路を有し、それぞれのノードが波長分割多重化された光信号を各波長の光信号に分離する第 1 のアレイ導波路格子と、各波長の光信号に分離された光信号を波長分割多重化する第 2 のアレイ導波路格子を備えた環状の光通信システムで、第 2 のアレイ導波路格子を請求項 3 記載のアレイ導波路格子で構成することで、モニタ光を用いた制御を可能にしている。

## 【 0 0 7 1 】

## 【発明の実施の形態】

## 【 0 0 7 2 】

## 【実施例】

以下実施例につき本発明を詳細に説明する。

## 【 0 0 7 3 】

## 《第 1 の実施例》

## 【 0 0 7 4 】

図 1 は本発明の第 1 の実施例におけるアレイ導波路格子の全体的な構成を表わしたものである。アレイ導波路格子 2 0 1<sub>1</sub> は、基板 2 0 2<sub>1</sub> 上に形成された信号光入力用の入力導波路 2 0 3 と、これに隣接する形で配置されたモニタ用の第 1 および第 2 のモニタ用出力導波路 2 0 4、2 0 5 と、各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャネル導波路アレイ 2 0 6 と、入力導波路 2 0 3 ならびに第 1 および第 2 のモニタ用出力導波路 2 0 4、2 0 5 とチャネル導波路アレイ 2 0 6 とを接続する入力スラブ導波路 2 0 7 と、信号光出力用の出力導波路 2 0 8 と、この出力導波路 2 0 8 とチャネル導波路アレイ 2 0 6

を接続する出力スラブ導波路 2 0 9<sub>1</sub>とによって構成されている。

【 0 0 7 5 】

この図 1 に示したアレイ導波路格子 2 0 1<sub>1</sub> は複数の光信号をそれぞれ異なる波長で多重化し、WDM (Wavelength Division Multiplexing) 信号として出力導波路 2 0 8 から出力する MUX (multiplexer) 用の AWG (arrayed waveguide grating: アレイ導波路格子) として用いられるものである。入力導波路 2 0 3 は複数本の導波路で構成されており、それぞれ異なった波長の光を伝送するようになっている。チャネル導波路アレイ 2 0 6 は各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されており、これら複数の光のそれぞれについて位相差を付けて出力スラブ導波路 2 0 9<sub>1</sub> に到達させる。この結果、出力スラブ導波路 2 0 9<sub>1</sub> の出力導波路 2 0 8 に対応する出力ポートにはそれぞれの信号光を異なった波長で多重化した光が得られる。

【 0 0 7 6 】

また本実施例の出力スラブ導波路 2 0 9<sub>1</sub> は、次に説明するようにこの多重化された光の 1 次回折光をモニタ光としてチャネル導波路アレイ 2 0 6 方向に戻すようになっている。このモニタ光はチャネル導波路アレイ 2 0 6 から入力スラブ導波路 2 0 7 を伝搬することによって分波され、それぞれ元の波長の光信号に戻される。そして入力スラブ導波路 2 0 7 の出力側から逆方向に入射されて、モニタ用の第 1 および第 2 のモニタ用出力導波路 2 0 4、2 0 5 からモニタ光として出力されることになる。

【 0 0 7 7 】

なお、本実施例ではモニタ用出力導波路 2 0 4、2 0 5 を 2 つの領域に分けて配置している。本実施例では、チャンネルごとに、この 2 つの領域においてモニタ光の受光レベルがより大きい方からモニタ光を取り出している。つまり、モニタするチャンネル数のモニタ用出力導波路を最適な領域に分けて配置することで、全チャンネルの最低受光レベルを大きくしている。もちろん、これに限られるものではなく、たとえば第 1 および第 2 のモニタ用出力導波路 2 0 4、2 0 5 のそれぞれで全チャンネルを受光できるようにすると、モニタ用出力導波路 2 0 4、2 0 5 のいずれか一方に製造上の不具合が発生してもアレイ導波路格子 2 0 1

自体を良品として使用することができる。

#### 【 0 0 7 8 】

図 2 は、図 1 に示した出力スラブ導波路とその近傍を拡大して表わしたものである。出力スラブ導波路 2 0 9<sub>1</sub> の複数の入力ポート 2 2 1<sub>1</sub>、…… 2 2 1<sub>N</sub> にはチャンネル導波路アレイ 2 0 6 の一端がそれぞれ接続されている。出力スラブ導波路 2 0 9<sub>1</sub> には、各波長の光信号が入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを伝搬して入力ポート 2 2 1<sub>1</sub>、…… 2 2 1<sub>N</sub> から出射される。出射された光信号は出力スラブ導波路 2 0 9<sub>1</sub> の出力側端面に波長で多重化されて焦点を結ぶ。その光信号の 0 次回折光の結像位置に 1 つの出力ポート 2 2 3 が配置されており、ここには出力導波路 2 0 8 の一端が配置されている。また、入力ポート 2 2 1<sub>1</sub>、…… 2 2 1<sub>N</sub> から出射された光信号の 1 次回折光の結像位置 2 2 4<sub>1</sub>、2 2 4<sub>2</sub> には、第 1 および第 2 のミラー 2 2 5<sub>1</sub>、2 2 5<sub>2</sub> がそれらの反射面を入力ポート 2 2 1<sub>1</sub>、…… 2 2 1<sub>N</sub> に対向させるような形で配置されている。本実施例ではモニタ光強度を高めるために第 1 と第 2 のミラーを配置しているが、もちろん、モニタ光強度が充分であればミラーを 1 枚のみの配置でも良い。

#### 【 0 0 7 9 】

したがって、出力ポート 2 2 3 には多重化された比較的強い光が収束し、出力導波路 2 0 8 を経て基板 2 0 2<sub>1</sub> の外部に WDM 信号 2 2 6 として出力される。結像位置 2 2 4<sub>1</sub>、2 2 4<sub>2</sub> における 1 次回折光の強度は 0 次回折光よりも一段と弱くなっている。また、図示しないが 2 次以降の回折光の結像位置も存在し、これらもモニタ光として利用することは理論的に可能である。しかしながら 2 次以降の回折光の強さは、1 次回折光よりも更に弱くなっているため、本実施例ではこれらを使用しない。

#### 【 0 0 8 0 】

モニタ光として使用する 1 次回折光は、第 1 および第 2 のミラー 2 2 5<sub>1</sub>、2 2 5<sub>2</sub> で反射される。これらの反射光は出力スラブ導波路 2 0 9<sub>1</sub> 内を逆方向に伝搬し、入力ポート 2 2 1<sub>1</sub>、…… 2 2 1<sub>N</sub> からチャンネル導波路アレイ 2 0 6 の出力側に入力しこれを図 1 に示した入力スラブ導波路 2 0 7 から伝搬されてくる光信号と逆方向に伝搬されていく。

## 【 0 0 8 1 】

入力スラブ導波路 2 0 7 の入力側には、図 1 に示したように入力導波路 2 0 3 ならびに第 1 および第 2 のモニタ用出力導波路 2 0 4、2 0 5 が配置されている。したがって、第 1 および第 2 のモニタ用出力導波路 2 0 4、2 0 5 からはチャネル導波路アレイ 2 0 6 を逆方向に進行してきたそれぞれ対応する波長の光が出力されることになる。そこで、これらのモニタ光を波長ごとにモニタして調整することで WDM 信号 2 2 6 を構成する各信号光のレベルを最適な状態に保つことができる。

## 【 0 0 8 2 】

## 《 第 2 の実施例 》

## 【 0 0 8 3 】

図 3 は本発明の第 2 の実施例におけるアレイ導波路格子の全体的な構成を表わしたものである。この図 3 で第 1 の実施例における図 1 と同一部分には同一の符号を付しており、これらの説明を適宜省略する。

## 【 0 0 8 4 】

第 2 の実施例のアレイ導波路格子 2 0 1<sub>2</sub> は、基板 2 0 2<sub>2</sub> 上に形成された信号光入力用の入力導波路 2 0 3 と、これに隣接する形で配置されたモニタ用の第 1 および第 2 のモニタ用出力導波路 2 0 4、2 0 5 と、各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャネル導波路アレイ 2 0 6 と、入力導波路 2 0 3 ならびに第 1 および第 2 のモニタ用出力導波路 2 0 4、2 0 5 とチャネル導波路アレイ 2 0 6 を接続する入力スラブ導波路 2 0 7 と、信号光出力用の出力導波路 2 0 8 と、基板 2 0 2<sub>2</sub> 上で出力導波路 2 0 8 を挟むようにその両側に配置された第 1 および第 2 のモニタ用導波路 2 3 1、2 3 2 と、これら出力導波路 2 0 8 ならびに第 1 および第 2 のモニタ用導波路 2 3 1、2 3 2 とチャネル導波路アレイ 2 0 6 とを接続する出力スラブ導波路 2 0 9<sub>2</sub> と、第 1 および第 2 のモニタ用導波路 2 3 1、2 3 2 の出力スラブ導波路 2 0 9<sub>2</sub> と接続された側の端部とは反対側の端部に接続された第 1 および第 2 のミラー 2 3 3、2 3 4 によって構成されている。ここで第 1 および第 2 のミラー 2 3 3、2 3 4 は基板 2 0 2<sub>2</sub> の端面に形成されている。



## 【 0 0 8 5 】

図4は、このような構成のアレイ導波路格子の出力スラブ導波路とその近傍を拡大して表わしたものである。出力スラブ導波路 $209_2$ の複数の入力ポート $221_1$ 、…… $221_N$ にはチャンネル導波路アレイ $206$ の一端がそれぞれ接続されている。入力スラブ導波路とチャンネル導波路アレイを伝搬して入力ポート $221_1$ 、…… $221_N$ から出射される。出射された光信号は出力スラブ導波路 $209_1$ の出力側端面に波長で多重化されて焦点を結ぶ。その光信号の0次回折光の結像位置には1つの出力ポート $223$ が配置されており、ここには出力導波路 $208$ の一端が配置されている。また、入力ポート $221_1$ 、…… $221_N$ から出射された光信号1次回折光の結像位置 $224_1$ 、 $224_2$ には、第1および第2のモニターポート $241$ 、 $242$ が配置されている。本実施例ではモニター光強度を高めるために第1と第2のモニターポートを配置しているが、もちろん、モニター光強度が充分であればモニターポートを片方のみの配置でも良い。

## 【 0 0 8 6 】

第1のモニターポート $241$ には第1のモニター用導波路 $231$ の一端が接続されており、その他端は基板 $202_2$ の端面に蒸着等によって形成された第1のミラー $233$ の反射面と対向配置されている。また、第2のモニターポート $242$ には第2のモニター用導波路 $232$ の一端が接続されており、その他端は基板 $202_2$ の端面に同様に蒸着等によって形成された第2のミラー $234$ の反射面と対向配置されている。なお、第1および第2のミラー $233$ 、 $234$ は他の個所で作成したミラーを基板 $202_2$ の端面に取り付けたものであってもよい。

## 【 0 0 8 7 】

このような第2の実施例のアレイ導波路格子 $201_2$ では、入力導波路 $203$ から各波長の光信号を入力すると、各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャンネル導波路アレイ $206$ は、これら複数の光のそれぞれについて位相差を付けて出力スラブ導波路 $209_2$ に到達させる。この結果、各波長の光を多重化した光が出力ポート $223$ から出力導波路 $208$ に入射し、その内部を伝搬された後、基板 $202_2$ の外部にWDM信号 $226$ として出力されることになる。

## 【0088】

一方、第1および第2のモニタ用ポート241、242には入射光の1次回折光が結像する。これらの結像位置には第1および第2のモニタ用導波路231、232の一端がそれぞれ配置されている。したがって、これらの結像位置で多重化された光は、第1および第2のモニタ用導波路231、232を伝搬して第1、第2のミラー233、234に入射する。これらの入射光は全反射し、第1および第2のモニタ用導波路231、232を元の方向に伝搬されて、第1および第2のモニタ用ポート241、242に到達する。そしてこれ以後は第1の実施例で説明したと同様に入力ポート $221_1$ 、…… $221_N$ からチャネル導波路アレイ206を経由して、図3に示す入力スラブ導波路207に到達する。

## 【0089】

入力スラブ導波路207の入力側には、図3に示したように入力導波路203ならびに第1および第2のモニタ用出力導波路204、205が配置されている。したがって、第1および第2のモニタ用出力導波路204、205からはチャネル導波路アレイ206を逆方向に進行してきたそれぞれ対応する波長の光が出力されることになる。これらのモニタ用出力導波路204、205を伝搬されてきた光をモニタすれば、入力導波路203を経て出力スラブ導波路 $209_2$ に入射した各光信号の状態をチェックすることができる。

## 【0090】

## 《第3の実施例》

## 【0091】

図5は本発明の第3の実施例におけるアレイ導波路格子を使用した光送信装置の要部の構成を表わしたものである。この図5で第1の実施例における図1と同一部分には同一の符号を付しており、これらの説明を適宜省略する。第3の実施例の光送信装置のアレイ導波路格子 $201_3$ の部分は、基板 $202_3$ 上に形成された信号光入力用の入力導波路203と、これに隣接する形で配置されたモニタ用の第1および第2のモニタ用出力導波路204、205と、各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャネル導波路アレイ206と、入力導波路203ならびに第1および第2のモニタ用出力導波路204、205

5とチャネル導波路アレイ206とを接続する入力スラブ導波路207と、信号光出力用の出力導波路208と、基板202<sub>2</sub>上で出力導波路208を挟むようにその両側に配置された第1および第2のモニタ用導波路231、232と、これら出力導波路208ならびに第1および第2のモニタ用導波路231、232とチャネル導波路アレイ206とを接続する出力スラブ導波路209<sub>2</sub>と、出力導波路208ならびに第1および第2のモニタ用導波路231、232と基板202<sub>3</sub>の一端において接続されたファイバアレイ251とによって構成されている。

## 【0092】

図6は、このような構成の光送信装置におけるアレイ導波路格子の出力側とその近傍を拡大して表わしたものである。ファイバアレイ251は出力導波路208と光学的に接続されWDM信号226を取り出す信号光出力用ファイバ252と、第1あるいは第2のモニタ用導波路231、232と光学的に接続されたモニタ信号用ファイバ253、254から構成されている。このうちモニタ信号用ファイバアレイ253、254の基板202<sub>3</sub>と反対側の端面は全反射終端255、256となっている。このような全反射終端は、たとえばモニタ信号用ファイバ253、254の端面に金属を蒸着することによって実現が可能であり、このような市販品をそのまま使用することが可能である。もちろん、ミラー等の部品を配置して全反射終端255、256を構成することも可能である。

## 【0093】

この第3の実施例のアレイ導波路格子201<sub>3</sub>でも出力スラブ導波路209<sub>3</sub>の出力側と接続されたモニタ信号用ファイバ253、254を伝搬した1次回折光は全反射終端255、256によって全反射されて再び出力スラブ導波路209<sub>3</sub>に戻ってくる。これらの多重化されたモニタ光は、チャネル導波路アレイ206を逆方向に進行して分波され、図5に示す第1および第2のモニタ用出力導波路204、205から、各波長のモニタ光として出力されることになる。これらの光をモニタすれば、入力導波路203を経て出力スラブ導波路209<sub>3</sub>に入射した各光信号の状態をチェックすることができる。

## 【0094】

## 《第 4 の実施例》

【0 0 9 5】

図 7 は本発明の第 4 の実施例におけるアレイ導波路格子の構成を表わしたものである。この図 7 で第 2 の実施例における図 3 と同一部分には同一の符号を付しており、これらの説明を適宜省略する。第 4 の実施例の光送信装置のアレイ導波路格子 2 0 1<sub>4</sub>の部分は、基板 2 0 2<sub>4</sub>上に形成された信号光入力用の入力導波路 2 0 3 と、これに隣接する形で配置されたモニタ用の第 1 および第 2 のモニタ用出力導波路 2 0 4、2 0 5 と、各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャネル導波路アレイ 2 0 6 と、入力導波路 2 0 3 ならびに第 1 および第 2 のモニタ用出力導波路 2 0 4、2 0 5 とチャネル導波路アレイ 2 0 6 とを接続する入力スラブ導波路 2 0 7 と、信号光出力用の出力導波路 2 0 8 と、基板 2 0 2<sub>2</sub>上で出力導波路 2 0 8 を挟むようにその両側に配置された第 1 および第 2 のモニタ用導波路 2 3 1 A、2 3 2 A と、これら出力導波路 2 0 8 ならびに第 1 および第 2 のモニタ用導波路 2 3 1 A、2 3 2 A とチャネル導波路アレイ 2 0 6 とを接続する出力スラブ導波路 2 0 9<sub>2</sub>と、第 1 および第 2 のモニタ用導波路 2 3 1 A、2 3 2 A における出力スラブ導波路 2 0 9<sub>2</sub>と反対側の端部にそれぞれ接続された第 1 および第 2 のミラー 2 3 3 A、2 3 4 A によって構成されている。

【0 0 9 6】

図 8 は、このような構成のアレイ導波路格子の出力スラブ導波路とその近傍を拡大して表わしたものである。出力スラブ導波路 2 0 9<sub>2</sub>の複数の入力ポート 2 2 1<sub>1</sub>、……2 2 1<sub>N</sub>にはチャネル導波路アレイ 2 0 6 の一端がそれぞれ接続されている。入力スラブ導波路とチャネル導波路アレイを伝搬して入力ポート 2 2 1<sub>1</sub>、……2 2 1<sub>N</sub>から出射される。出射された光信号は出力スラブ導波路 2 0 9<sub>1</sub>の出力側端面に波長で多重化されて焦点を結ぶ。その光信号の 0 次回折光の結像位置には 1 つの出力ポート 2 2 3 が配置されており、ここには出力導波路 2 0 8 の一端が配置されている。また、入力ポート 2 2 1<sub>1</sub>、……2 2 1<sub>N</sub>から入力された各波長の光信号の 1 次回折光の結像位置 2 2 4<sub>1</sub>、2 2 4<sub>2</sub>には、第 1 および第 2 のモニタ用ポート 2 4 1、2 4 2 が配置されている。

## 【 0 0 9 7 】

第 1 のモニタ用ポート 2 4 1 には第 1 のモニタ用導波路 2 3 1 A の一端が接続されており、その他端は基板 2 0 2<sub>4</sub> の端面に至る前の所定位置に蒸着等によって形成された第 1 のミラー 2 3 3 A の反射面と対向配置されている。また、第 2 のモニタ用ポート 2 4 2 には第 2 のモニタ用導波路 2 3 2 A の一端が接続されており、その他端は基板 2 0 2<sub>2</sub> の端面に至る前の所定位置に蒸着等によって形成された第 2 のミラー 2 3 4 A の反射面と対向配置されている。なお、第 1 および第 2 のミラー 2 3 3 A、2 3 4 A はこれら第 1 および第 2 のモニタ用導波路 2 3 1 A、2 3 2 A の他端に金属等を蒸着したものや屈折率の異なるものを接着したものであってもよい。

## 【 0 0 9 8 】

このような第 4 の実施例のアレイ導波路格子 2 0 1<sub>4</sub> では、入力導波路 2 0 3 から各波長の光信号を入力すると、各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャネル導波路アレイ 2 0 6 は、これら複数の光のそれぞれについて位相差を付けて出力スラブ導波路 2 0 9<sub>2</sub> に到達させる。この結果、各波長の光を多重化した光が出力ポート 2 2 3 から出力導波路 2 0 8 に入射し、その内部を伝搬された後、基板 2 0 2<sub>2</sub> の外部に WDM 信号 2 2 6 として出力されることになる。

## 【 0 0 9 9 】

一方、第 1 および第 2 のモニタ用ポート 2 4 1、2 4 2 には出力ポート 2 2 3 への入射光の 1 次回折光が結像する。これらの結像位置には第 1 および第 2 のモニタ用導波路 2 3 1 A、2 3 2 A の一端がそれぞれ配置されている。したがって、これらの結像位置で多重化された光は、第 1 および第 2 のモニタ用導波路 2 3 1 A、2 3 2 A を伝搬して第 1、第 2 のミラー 2 3 3 A、2 3 4 A に入射する。これらの入射光は入射方向に全反射し、第 1 および第 2 のモニタ用導波路 2 3 1 A、2 3 2 A を元の方に伝搬されて、第 1 および第 2 のモニタ用ポート 2 4 1、2 4 2 に到達する。そしてこれ以後は第 1 の実施例で説明したと同様に入力ポート 2 2 1<sub>1</sub>、……2 2 1<sub>N</sub> からチャネル導波路アレイ 2 0 6 を経由して、図 7 に示す入力スラブ導波路 2 0 7 に到達する。

## 【0100】

入力スラブ導波路207の入力側には、図7に示したように入力導波路203ならびに第1および第2のモニタ用出力導波路204、205が配置されている。したがって、第1および第2のモニタ用出力導波路204、205からはチャネル導波路アレイ206を逆方向に進行してきたそれぞれ対応する波長の光が出力されることになる。これらのモニタ用出力導波路204、205を伝搬されてきた光のいずれか一方を最低限モニタすれば、入力導波路203を経て出力スラブ導波路209<sub>2</sub>に入射した各光信号の状態をチェックすることができる。

## 【0101】

## 《第5の実施例》

## 【0102】

図9は本発明の第5の実施例におけるアレイ導波路格子を使用した光送信装置の要部の構成を表わしたものである。この図9で第2の実施例における図3と同一部分には同一の符号を付しており、これらの説明を適宜省略する。第5の実施例の光送信装置のアレイ導波路格子201<sub>5</sub>の部分は、基板202<sub>5</sub>上に形成された信号光入力用の入力導波路203と、これに隣接する形で配置されたモニタ用の第1および第2のモニタ用出力導波路204、205と、各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャネル導波路アレイ206と、入力導波路203ならびに第1および第2のモニタ用出力導波路204、205とチャネル導波路アレイ206とを接続する入力スラブ導波路207と、信号光出力用の出力導波路208と、基板202<sub>2</sub>上で出力導波路208を挟むようにその両側に配置された第1および第2のモニタ用導波路231、232と、これら出力導波路208ならびに第1および第2のモニタ用導波路231、232とチャネル導波路アレイ206とを接続する出力スラブ導波路209<sub>2</sub>と、第1および第2のモニタ用導波路231、232を基板202<sub>3</sub>の一端において互いに接続した光ファイバ271とによって構成されている。

## 【0103】

図10は、このような構成の光送信装置におけるアレイ導波路格子の出力側とその近傍を拡大して表わしたものである。基板202<sub>5</sub>の端面では、出力導波路

208と信号光出力用ファイバ252が接続され、また第1および第2のモニタ用導波路231、232のそれぞれの端部が光ファイバ271によって接続されている。したがって、第1のモニタ用導波路231に入力された多重化されたモニタ光は光ファイバ271を経て第2のモニタ用導波路232に戻り、第2のモニタ用導波路232に入力された多重化されたモニタ光は光ファイバ271を経て第1のモニタ用導波路231に戻るようになる。このようにして再び出力スラブ導波路209<sub>3</sub>に戻ってきた多重化されたモニタ光は、チャンネル導波路アレイ206を逆方向に進行して分波され、図9に示す第1および第2のモニタ用出力導波路204、205から、各波長のモニタ光として出力されることになる。これらの光をモニタすれば、入力導波路203を経て出力スラブ導波路209<sub>3</sub>に入射した各光信号の状態をチェックすることができる。

【0104】

#### 《第6の実施例》

【0105】

図11は本発明の第6の実施例におけるアレイ導波路格子の構成を表わしたものである。この図11で第2の実施例における図3と同一部分には同一の符号を付しており、これらの説明を適宜省略する。

【0106】

第6の実施例のアレイ導波路格子201<sub>6</sub>は、基板202<sub>6</sub>上に形成された信号光入力用の入力導波路203と、各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャンネル導波路アレイ206と、入力導波路203ならびに帰還導波路281とチャンネル導波路アレイ206を接続する入力スラブ導波路207<sub>6</sub>と、信号光出力用の出力導波路208と、基板202<sub>2</sub>の片側の端面にそれぞれ一端を配置した出力モニタ用導波路282と、これら出力導波路208、出力モニタ用導波路282および帰還導波路281の他端とチャンネル導波路アレイ206とを接続する出力スラブ導波路209<sub>6</sub>とによって構成されている。

【0107】

図12は、このような構成のアレイ導波路格子の出力スラブ導波路とその近傍を拡大して表わしたものである。出力スラブ導波路209<sub>6</sub>の複数の入力ポート

2 2 1<sub>1</sub>、……2 2 1<sub>N</sub>にはチャネル導波路アレイ 2 0 6 の一端がそれぞれ接続されている。入力スラブ導波路とチャネル導波路アレイを伝搬して入力ポート 2 2 1<sub>1</sub>、……2 2 1<sub>N</sub>から出射される。出射された光信号は出力スラブ導波路 2 0 9<sub>1</sub>の出力側端面に波長で多重化されて焦点を結ぶ。その光信号の 0 次回折光の結像位置には 1 つの出力ポート 2 2 3 が配置されており、ここには出力導波路 2 0 8 の一端が配置されている。また、入力ポート 2 2 1<sub>1</sub>、……2 2 1<sub>N</sub>から出射された光信号の 1 次回折光の結像位置 2 2 4<sub>2</sub>には、帰還導波路 2 8 1 の前記した他端 2 4 2 が配置されている。

## 【 0 1 0 8 】

入力導波路 2 0 3 から入射した信号光の焦点以外の位置にある、帰還信号光の焦点位置 2 8 4 には出力モニタ用導波路 2 8 2 の一端が接続されており、その他端は基板 2 0 2<sub>2</sub>の端面に達しており、モニタ用のファイバアレイ 2 8 5 を構成する各光ファイバの一端と接続されている。出力導波路 2 0 8 には、これに光学的に接続されて WDM 信号 2 2 6 を取り出す信号光出力用ファイバ 2 5 2 が接続されている。

## 【 0 1 0 9 】

このような第 6 の実施例のアレイ導波路格子 2 0 1<sub>6</sub>では、入力導波路 2 0 3 から各波長の光信号を入力すると、各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャネル導波路アレイ 2 0 6 は、これら複数の光のそれぞれについて位相差を付けて出力スラブ導波路 2 0 9<sub>6</sub>に到達させる。この結果、各波長の光を多重化した光が出力ポート 2 2 3 から出力導波路 2 0 8 に入射し、その内部を伝搬された後、基板 2 0 2<sub>2</sub>の外部に WDM 信号 2 2 6 として出力されることになる。

## 【 0 1 1 0 】

一方、入力導波路から入射した信号光の 1 次回折光の結像位置 2 2 4<sub>2</sub>には入射光の 1 次回折光が結像する。この結像位置には帰還導波路 2 8 1 の一端が配置されている。したがって、この結像位置で多重化された光は、帰還導波路 2 8 1 を伝搬して入力スラブ導波路 2 0 7<sub>6</sub>の入力ポートからその内部に入射する。このモニタ用の多重光は入力導波路 2 0 3 から入力された本来の信号光と共にチャ



ネル導波路アレイ 2 0 6 に入射する。そしてチャネル導波路アレイ 2 0 6 を伝搬して出力スラブ導波路 2 0 9<sub>6</sub> から元の各波長に分波されて出射される。そして、帰還信号光の焦点位置 2 8 4 には、それぞれの波長に分波したモニタ光が得られる。したがって、モニタ用のファイバアレイ 2 8 5 を伝搬されてきた光をモニタすれば、入力導波路 2 0 3 を経て出力スラブ導波路 2 0 9<sub>6</sub> に入射した各光信号の状態をチェックすることができる。

【 0 1 1 1 】

# 《第 7 の実施例》

【 0 1 1 2 】

図 1 3 は本発明の第 7 の実施例におけるアレイ導波路格子を使用した光送信装置の要部の構成を表わしたものである。この図 1 3 で第 2 の実施例における図 3 と同一部分には同一の符号を付しており、これらの説明を適宜省略する。

【 0 1 1 3 】

第 7 の実施例のアレイ導波路格子 2 0 1<sub>7</sub> は、基板 2 0 2<sub>7</sub> 上に形成された信号光入力用の入力導波路 2 0 3 と、各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャネル導波路アレイ 2 0 6 と、入力導波路 2 0 3 とチャネル導波路アレイ 2 0 6 を接続する入力スラブ導波路 2 0 7<sub>7</sub> と、信号光出力用の出力導波路 2 0 8 と、基板 2 0 2<sub>2</sub> の片側の端面にそれぞれ一端を配置した出力モニタ用導波路 2 8 2 と、第 2 のモニタ用導波路 2 3 2 と、これら出力導波路 2 0 8、出力モニタ用導波路 2 8 2 および第 2 のモニタ用導波路 2 3 2 の一端とチャネル導波路アレイ 2 0 6 とを接続する出力スラブ導波路 2 0 9<sub>6</sub> とによって構成されている。第 2 のモニタ用導波路 2 3 2 の他端は基板 2 0 2<sub>7</sub> の端部にまで延びており、この端部は帰還用の光ファイバ 2 9 1 によって接続されている。

【 0 1 1 4 】

図 1 4 は、このような構成の光送信装置におけるアレイ導波路格子の出力スラブ導波路とその近傍を拡大して表わしたものである。出力スラブ導波路 2 0 9<sub>6</sub> の複数の入力ポート 2 2 1<sub>1</sub>、…… 2 2 1<sub>N</sub> にはチャネル導波路アレイ 2 0 6 の一端がそれぞれ接続されている。入力スラブ導波路とチャネル導波路アレイを伝搬して入力ポート 2 2 1<sub>1</sub>、…… 2 2 1<sub>N</sub> から出射される。出射された光信号は出力

スラブ導波路  $209_1$  の出力側端面に波長で多重化されて焦点を結ぶ。その光信号の 0 次回折光の結像位置には 1 つの出力ポート  $223$  が配置されており、ここには出力導波路  $208$  の一端が配置されている。また、入力ポート  $221_1, \dots, 221_N$  から出射された光信号の 1 次回折光の結像位置  $224_2$  には、帰還導波路  $281$  の前記した他端  $242$  が配置されている。

## 【0115】

帰還させたモニタ光が分波した後の結像位置  $284$  には出力モニタ用導波路  $282$  の一端が接続されており、その他端は基板  $202_2$  の端面に達しており、モニタ用のファイバレイ  $285$  を構成する各光ファイバの一端と接続されている。出力導波路  $208$  には、これに光学的に接続されて WDM 信号  $226$  を取り出す信号光出力用ファイバ  $252$  が接続されている。また、前記したように第 2 のモニタ用導波路  $232$  の他端は帰還用の光ファイバ  $291$  の一端と接続されている。

## 【0116】

このような第 7 の実施例のアレイ導波路格子  $201_7$  では、入力導波路  $203$  から各波長の光信号を入力すると、各導波路の長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたチャネル導波路アレイ  $206$  は、これら複数の光のそれぞれについて位相差を付けて出力スラブ導波路  $209_6$  に到達させる。この結果、各波長の光を多重化した光が出力ポート  $223$  から出力導波路  $208$  に入射し、その内部を伝搬された後、基板  $202_2$  の外部に WDM 信号  $226$  として出力されることになる。

## 【0117】

一方、入力導波路から入射した信号光の 1 次回折光の結像位置  $224_2$  には入射光の 1 次回折光が結像する。この結像位置には第 2 のモニタ用導波路  $232$  の一端が配置されている。したがって、この結像位置で多重化された光は、第 2 のモニタ用導波路  $232$  を伝搬し、更に帰還用の光ファイバ  $291$  を経由して入力スラブ導波路  $207_7$  の入力ポートからその内部に入射する。このモニタ用の多重光は入力導波路  $203$  から入力された本来の信号光と共にチャネル導波路アレイ  $206$  に入射する。そしてチャネル導波路アレイ  $206$  を伝搬して出力スラブ

導波路 2 0 9<sub>6</sub> から元の各波長に分波されて出射される。そして、帰還信号光の焦点位置 2 8 4 には、それぞれの波長に分波したモニタ光が得られる。したがって、モニタ用のファイバアレイを伝搬されてきた光をモニタすれば、入力導波路 2 0 3 を経て出力スラブ導波路 2 0 9<sub>6</sub> に入射した各光信号の状態をチェックすることができる。

【 0 1 1 8 】

# 《第 8 の実施例》

【 0 1 1 9 】

ところで、以上説明した第 1 ～ 第 5 の実施例では、入力スラブ導波路 2 0 7 に戻したモニタ光を第 1 あるいは第 2 のモニタ用出力導波路 2 0 4、2 0 5 を使用して取り出すようにしている。このとき、何らの措置もしなければ入力スラブ導波路 2 0 7 に逆向きに入力したモニタ光は入力導波路 2 0 3 にも入射して信号光の送出側あるいは光源側に送られることになる。第 6 および第 7 の実施例における出力スラブ導波路 2 0 9<sub>6</sub>、2 0 9<sub>7</sub> についても同様の問題がある。これらに対しては各種の対処が可能である。しかしながらこのような措置を行う代わりに、入力導波路 2 0 3 に入射するモニタ光の信号レベルを実際上問題のない程度にまで軽減することも有効である。

【 0 1 2 0 】

図 1 5 は本発明の第 8 の実施例におけるアレイ導波路格子の入力スラブ導波路とその入出力端部近傍を表わしたものである。図 1 5 で図 1 と同一部分には同一の符号を付しており、これらの説明を適宜省略する。本実施例の入力スラブ導波路 2 0 7 A では、チャンネル導波路アレイ 2 0 6 から入力スラブ導波路 2 0 7 A に入射したモニタ光の 0 次回折光 3 0 1 が第 2 のモニタ用出力導波路 2 0 5 の各モニタ用ポートの位置に結像するようになっている。入力導波路 2 0 3 のそれぞれの主信号の入力ポートに対してはモニタ光の 1 次回折光 3 0 2 が 2 分の 1 チャンネルずつずれて、すなわち各入力ポートのちょうど中間位置に結像するような配置となっている。

【 0 1 2 1 】

各入力ポートのちょうど中間位置に 1 次回折光 3 0 2 が結像するように各入力

導波路 2 0 3 を配置しているので、入力導波路 2 0 3 を通じて光源側に戻るモニタ光の信号レベルは實際上問題を生じない程度に弱めることができる。

【 0 1 2 2 】

《第 9 の実施例》

【 0 1 2 3 】

図 1 6 は本発明の第 9 の実施例におけるアレイ導波路格子の入力スラブ導波路とその入出力端部近傍を表わしたものである。図 1 6 で図 1 と同一部分には同一の符号を付しており、これらの説明を適宜省略する。本実施例の入力スラブ導波路 2 0 7 B では、チャンネル導波路アレイ 2 0 6 から入力スラブ導波路 2 0 7 A に入射したモニタ光の 0 次回折光 3 0 1 が第 2 のモニタ用出力導波路 2 0 5 の各モニタ用ポートの位置に結像するようになっている。この点は第 8 の実施例の場合と同じである。本実施例の場合には第 8 の実施例の場合よりもモニタ光の 0 次回折光 3 0 1 と 1 次回折光 3 0 2 の間の距離  $L$  が大きく離れている。このため、モニタ光の 1 次回折光 3 0 2 は入力導波路 2 0 3 の配置されたポートよりも第 2 のモニタ用出力導波路 2 0 5 側とは反対側に偏った位置に結像する。

【 0 1 2 4 】

さらに、各メインポートには図示しない 2 次回折光等のより高次のモニタ光は入力導波路 2 0 3 より離れた位置に結像するので、入力導波路 2 0 3 を通じて光源側に戻るモニタ光は問題を生じない。

【 0 1 2 5 】

《第 1 0 の実施例》

【 0 1 2 6 】

図 1 7 は本発明の第 1 0 の実施例におけるアレイ導波路格子の入力スラブ導波路とその入出力端部近傍を表わしたものである。この図 1 7 で図 1 と同一部分には同一の符号を付しており、これらの説明を適宜省略する。本実施例の入力スラブ導波路 2 0 7 C では、チャンネル導波路アレイ 2 0 6 の出力側から入射したモニタ光の 0 次回折光 3 0 1 がモニタ用出力導波路 3 0 8 の各モニタ用ポートの位置に結像するようになっている。

【 0 1 2 7 】

本実施例の場合にはモニタ用出力導波路308の各モニタ用ポート311（図で△で示す。）は、入力導波路203の各入力ポート312（図で○で示す。）の中間位置に配置されている。モニタ光の1次回折光301およびこれ以降の高次回折光はこれらの更に外側に結像するようになっている。したがって、本実施例の場合にも、各入力ポート312から入力導波路203に伝搬するモニタ光を大幅に軽減することができる。しかも、入力導波路203およびモニタ用出力導波路308が共に入力スラブ導波路207Cの中央部側に配置されるので、モニタ用出力導波路308の損失を低減することができる。

【0128】

《第11の実施例》

【0129】

以上、第8～第10の実施例ではメインポート側への反射減衰量を低減できることを示したが、これらを実施するための具体的な構造を以下に示す。

【0130】

図18は本発明の第11の実施例におけるアレイ導波路格子の出力スラブ導波路およびその周辺を示したものである。チャネル導波路アレイ206から出力スラブ導波路209Aに入力された信号光の0次回折光331は出力ポートから出力導波路208内に伝搬していく。1次回折光332は、1次回折光332と直交する方向からわずかに傾斜したミラー333に入射し、チャネル導波路アレイ206の出力側に反射光335として戻っていくようになっている。

【0131】

図の0次回折光331と1次回折光332の各光路のなす角度を $\theta_1$ とし、0次回折光331と反射光335の各光路のなす角度を $\theta_2$ とすると、角度 $\theta_2$ は $\theta_1$ と相違する。このように出力スラブ導波路209Aから反射するモニタ光の角度をわずかに変化させるだけで、第1の実施例の図2で示したように入射光と全く同一経路を経てモニタ光が戻っていく場合に比べて入力導波路203（図1参照）に戻る量を減少させることができる。

【0132】

なお、ミラー333は出力スラブ導波路209Aを形成する際または形成した

後に、これらのミラーに相当する箇所を金属あるいは周囲と異なった物質を蒸着する等によって高精度に作成することができる。また、出力導波路 2 0 8 を挟んで反対側の 1 次回折光の焦点位置に、新たなミラーを追加してもよい。次に説明する第 1 2 の実施例でも同様である。

【 0 1 3 3 】

《第 1 2 の実施例》

【 0 1 3 4 】

図 1 9 は本発明の第 1 2 の実施例におけるアレイ導波路格子の出力スラブ導波路およびその周辺を示したものである。図 1 9 で図 1 8 と同一部分には同一の符号を付しており、これらの説明を適宜省略する。

【 0 1 3 5 】

この実施例の出力スラブ導波路 2 0 9 B は先の第 1 1 の実施例と異なり 1 次回折光の位置に 2 枚組みミラー 3 4 1 を配置している。2 枚組みミラー 3 4 1 を構成する 2 つの面 3 4 1<sub>1</sub>、3 4 1<sub>2</sub> は間隔を置いて配置されている。このように 2 枚組みミラー 3 4 1 を配置し、2 つの面 3 4 1<sub>1</sub>、3 4 1<sub>2</sub> を独立させてそれらの間隔と角度制御することができるので、第 1 1 の実施例と比べると、反射角の制御幅を大きくとることができる。もちろん、反射ミラーを 3 枚以上使っても良く、また、反射ミラーの位置は出力スラブ導波路 2 0 9 B 内の任意の位置で良い。

【 0 1 3 6 】

《第 1 3 の実施例》

【 0 1 3 7 】

図 2 0 は本発明の第 1 3 の実施例におけるアレイ導波路格子の出力スラブ導波路およびその周辺を示したものである。図 2 0 で図 4 および図 1 8 と同一部分には同一の符号を付しており、これらの説明を適宜省略する。

【 0 1 3 8 】

この実施例の出力スラブ導波路 2 0 9 C は図 3 および図 4 に示した第 2 の実施例の基板 2 0 2<sub>2</sub> と同様に基板 2 0 2<sub>13</sub> の端部に第 1 および第 2 のミラー 2 3 3、2 3 4 を形成している。そして、1 次回折光の結像する第 1 のモニタ用ポート 2 4 1 には第 1 のモニタ用導波路 2 3 1 の一端が接続されており、その他端は基

板 2 0 2<sub>2</sub>の端面に形成された第 1 のミラー 2 3 3 の反射面と対向配置されている。また、同じく 1 次回折光の結像する第 2 のモニタ用ポート 2 4 2 には第 2 のモニタ用導波路 2 3 2 の一端が接続されており、その他端は基板 2 0 2<sub>2</sub>の端面に形成された第 2 のミラー 2 3 4 の反射面と対向配置されている。

## 【 0 1 3 9 】

第 2 の実施例の基板 2 0 2<sub>2</sub>と異なるのは、第 1 のミラー 2 3 3 によるモニタ光の反射光は第 1 の反射光用導波路 3 6 1 によって 0 次回折光の結像位置でも 1 次回折光の結像位置でもない箇所から出力スラブ導波路 2 0 9 C 内に戻されていることである。第 2 のミラー 2 3 4 の場合も同様であり、これによるモニタ光の反射光は第 2 の反射光用導波路 3 6 2 によって 0 次回折光の結像位置でも 1 次回折光の結像位置でもない箇所から出力スラブ導波路 2 0 9 C 内に戻されている。これにより、入力導波路 2 0 3 (図 1 参照)に戻る量を減少させることができる。また、必ずしもこの例のように第 1 のミラーと第 2 のミラーの 2 つを使う必要はなく、どちらか一方だけでも良い。以下の第 1 4、第 1 5 の実施例も同様である。

## 【 0 1 4 0 】

## 《第 1 4 の実施例》

## 【 0 1 4 1 】

図 2 1 は本発明の第 1 4 の実施例におけるアレイ導波路格子の出力スラブ導波路およびその周辺を示したものである。図 2 1 で図 1 0 および図 2 0 と同一部分には同一の符号を付しており、これらの説明を適宜省略する。

## 【 0 1 4 2 】

この実施例の出力スラブ導波路 2 0 9 D は基板 2 0 2<sub>14</sub>の端部まで第 1 のモニタ用導波路 2 3 1 と第 2 のモニタ用導波路 2 3 2 を配置している。また、これらのモニタ用導波路 2 3 1、2 3 2 とほぼ平行に第 1 および第 2 の反射光用導波路 3 8 1、3 8 2 を用意している。このうちの第 1 の反射光用導波路 3 8 1 は、図 2 0 に示した第 1 の反射光用導波路 3 6 1 と同一位置で出力スラブ導波路 2 0 9 D と接続されている。第 2 の反射光用導波路 3 8 2 も、図 2 0 に示した第 2 の反射光用導波路 3 6 2 と同一位置で出力スラブ導波路 2 0 9 D と接続されている。

基板 2 0 2<sub>14</sub> の端部にはファイバアレイ 3 8 4 が接続されている。

【 0 1 4 3 】

このうちの信号光出力用ファイバ 2 5 2 は、出力導波路 2 0 8 と光学的に接続され WDM 信号 2 2 6 を取り出すようになっている。また、第 1 の引き回し光ファイバ 3 9 1 は第 1 のモニタ用導波路 2 3 1 と第 1 の反射光用導波路 3 8 1 を接続している。同様に第 2 の引き回し光ファイバ 3 9 2 は第 2 のモニタ用導波路 2 3 2 と第 2 の反射光用導波路 3 8 2 を接続している。したがって、モニタ光は第 1 の反射光用導波路 3 8 1 によって 0 次回折光の結像位置でも 1 次回折光の結像位置でもない箇所から出力スラブ導波路 2 0 9 D 内に戻される。また、他方のモニタ光も第 2 の反射光用導波路 3 8 2 によって 0 次回折光の結像位置でも 1 次回折光の結像位置でもない箇所から出力スラブ導波路 2 0 9 D 内に戻される。これにより、入力導波路 2 0 3 ( 図 1 参照 ) に戻る量を減少させることができる。

【 0 1 4 4 】

《 第 1 5 の実施例 》

【 0 1 4 5 】

図 2 2 は本発明の第 1 5 の実施例におけるアレイ導波路格子の出力スラブ導波路およびその周辺を示したものである。図 2 2 で図 2 1 と同一部分には同一の符号を付しており、これらの説明を適宜省略する。

【 0 1 4 6 】

この実施例の出力スラブ導波路 2 0 9 E は、先の実施例の第 1 のモニタ用導波路 2 3 1 と第 1 の反射光用導波路 3 8 1 を基板 2 0 2<sub>15</sub> の端部に至る前で光学的に接続したような経路をとった第 1 の引き回し導波路 3 9 5 を有している。また、同様に第 2 のモニタ用導波路 2 3 2 と第 2 の反射光用導波路 3 8 2 を基板 2 0 2<sub>15</sub> の端部に至る前で光学的に接続したような経路をとった第 2 の引き回し導波路 3 9 6 を有している。したがって、モニタ光は第 1 の引き回し導波路 3 9 5 によって 0 次回折光の結像位置でも 1 次回折光の結像位置でもない箇所から出力スラブ導波路 2 0 9 E 内に戻される。また、他方のモニタ光も第 2 の引き回し導波路 3 9 6 によって 0 次回折光の結像位置でも 1 次回折光の結像位置でもない箇所から出力スラブ導波路 2 0 9 E 内に戻される。これにより、入力導波路 2 0 3 (



図1参照)に戻る量を減少させることができる。

【0147】

《第16の実施例》

【0148】

図23は、本発明の第16の実施例における光通信システムの構成の概要を表わしたものである。この光通信システムで、送信側に配置された図示しないSONET (Synchronous Optical Network) 装置に接続された光送信機401から送り出された波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ のNチャンネル分の光信号は光マルチプレクサ(MUX)402で多重化された後、ブースタアンプ403で増幅されて光伝送路404に送り出される。光マルチプレクサ402は、たとえば第1の実施例で説明したようなアレイ導波路格子で構成されている。多重化された光信号405はインラインアンプ406で適宜増幅された後、プリアンプ407を経て光デマルチプレクサ(DMUX)408で元の波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ に分離され、光受信機409で受信されるが、その途中の光伝送路404に適宜の数のノード(OADM)411<sub>1</sub>~411<sub>M</sub>が配置されている。これらのノード411<sub>1</sub>~411<sub>M</sub>では、所望の波長の光信号が入出力されることになる。

【0149】

図24は、ノードの構成の概要を示したものである。ここでは第1のノード411<sub>1</sub>を示しているが、第2~第Mのノード411<sub>2</sub>~411<sub>M</sub>も原理的には同一の構成となっている。図23に示した光伝送路404は、第1のノード411<sub>1</sub>の入力側アレイ導波路格子421に入力されて波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ のNチャンネル分の光信号に分波され、各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ ごとに設けられた2入力2出力の光スイッチ422<sub>1</sub>~422<sub>N</sub>によって、それぞれの波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の光信号をノード側受信部426に取り込む(drop)と共に、ノード側送信部424から送信した光信号を挿入する(Add)。2入力2出力の光スイッチ422<sub>1</sub>~422<sub>N</sub>の出力は出力側アレイ導波路格子428にそのまま入力されるようになっている。出力側アレイ導波路格子428は入力側アレイ導波路格子421と逆の構成の素子であり、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ のNチャンネル分の光信号を多重化して光伝送路404に光信号405として送り出すことになる。

## 【0150】

このように図24に示した第1のノード411<sub>1</sub>を始めとして、図示しない第2～第Mのノード411<sub>2</sub>～411<sub>M</sub>および光マルチプレクサ402ならびに光デマルチプレクサ408は共にアレイ導波路格子を使用している。したがって、光信号405のチャンネル数Nが多くなる要請の下で、アレイ導波路格子の出力側スラブ導波路から多チャンネルで取り出される各レーザ光の波長の安定化や出力レベルの監視が重要となる。このため、図23に示すようにこれら各ノード411<sub>1</sub>～411<sub>M</sub>および光送信機401には、これらに対応してそれぞれ出力監視制御装置431<sub>1</sub>～431<sub>M</sub>および431<sub>S</sub>が取り付けられている。

## 【0151】

## 【発明の効果】

以上説明したように請求項1～請求項3、請求項9～請求項27記載の発明によれば、アレイ導波路格子のスラブ導波路に入力される光の0次以外の高次回折光を使用してモニタを行うことにしたので、本来の多重光を分岐してモニタ光を得る手法と比べると、このような分岐手段が不要になるだけでなく、分岐を行わないので本来の多重光の信号レベルを低下させることがない。しかも高次回折光を使用するので、モニタを正確に行うことができる。

## 【0152】

また、請求項4～請求項8記載の発明によれば、光送信装置を構成するアレイ導波路格子のスラブ導波路に入力される光の0次以外の高次回折光を使用してモニタを行うことにしたので、本来の多重光を分岐してモニタ光を得る手法と比べると、このような分岐手段が不要になるので光送信装置のコストダウンと小型化を図ることができる。しかも本来使用する光の分岐を行わないのでその信号レベルを低下させることがない。また高次回折光を使用するので、モニタを正確に行うことができる。

## 【0153】

更に請求項28～請求項31記載の発明によれば、光通信システムを構成するアレイ導波路格子のスラブ導波路に入力される光の0次以外の高次回折光を使用してモニタを行うことにしたので、本来の多重光を分岐してモニタ光を得る手法

と比べると、このような分岐手段が不要になるので光通信システム全体のコストダウンと各装置の小型化を図ることができる。しかも本来使用する光の分岐を行わないのでその信号レベルを低下させることがない。また高次回折光を使用するので、モニタを正確に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施例におけるアレイ導波路格子の全体的な構成を表わした平面図である。

【図 2】

図 1 に示した出力スラブ導波路とその近傍を拡大して表わした平面図である。

【図 3】

本発明の第 2 の実施例におけるアレイ導波路格子の全体的な構成を表わした平面図である。

【図 4】

第 2 の実施例でアレイ導波路格子のスラブ導波路とその近傍を拡大して表わした平面図である。

【図 5】

本発明の第 3 の実施例におけるアレイ導波路格子を使用した光送信装置の要部の構成を表わした平面図である。

【図 6】

第 3 の実施例で光送信装置におけるアレイ導波路格子の出力側とその近傍を拡大して表わした平面図である。

【図 7】

本発明の第 4 の実施例におけるアレイ導波路格子の構成を表わした平面図である。

【図 8】

第 4 の実施例におけるアレイ導波路格子の出力スラブ導波路とその近傍を拡大して表わした平面図である。

【図 9】

本発明の第 5 の実施例におけるアレイ導波路格子を使用した光送信装置の要部を表わした平面図である。

【図 1 0】

第 5 の実施例におけるアレイ導波路格子の出力側とその近傍を拡大して表わした平面図である。

【図 1 1】

本発明の第 6 の実施例におけるアレイ導波路格子の構成を表わした平面図である。

【図 1 2】

第 6 の実施例におけるアレイ導波路格子の出力スラブ導波路とその近傍を拡大して表わした平面図である。

【図 1 3】

本発明の第 7 の実施例におけるアレイ導波路格子を使用した光送信装置の要部を表わした平面図である。

【図 1 4】

第 7 の実施例におけるアレイ導波路格子の出力スラブ導波路とその近傍を拡大して表わした平面図である。

【図 1 5】

本発明の第 8 の実施例におけるアレイ導波路格子の入力スラブ導波路とその入出力端部近傍を表わした平面図である。

【図 1 6】

本発明の第 9 の実施例におけるアレイ導波路格子の入力スラブ導波路とその入出力端部近傍を表わした平面図である。

【図 1 7】

本発明の第 1 0 の実施例におけるアレイ導波路格子の入力スラブ導波路とその入出力端部近傍を表わした平面図である。

【図 1 8】

本発明の第 1 1 の実施例におけるアレイ導波路格子の出力スラブ導波路およびその周辺を示した原理図である。

【図 1 9】

本発明の第 1 2 の実施例におけるアレイ導波路格子の出力スラブ導波路およびその周辺を示した平面図である。

【図 2 0】

本発明の第 1 3 の実施例におけるアレイ導波路格子の出力スラブ導波路およびその周辺を示した平面図である。

【図 2 1】

本発明の第 1 4 の実施例におけるアレイ導波路格子の出力スラブ導波路およびその周辺を示した平面図である。

【図 2 2】

本発明の第 1 5 の実施例におけるアレイ導波路格子の出力スラブ導波路およびその周辺を示した平面図である。

【図 2 3】

本発明の第 1 6 の実施例における光通信システムの構成の概要を表わしたシステム構成図である。

【図 2 4】

図 2 3 のシステムにおけるノードの構成の概要を示したブロック図である。

【図 2 5】

タッピングデバイスを使用した従来の合波装置の概要を示した概略構成図である。

【図 2 6】

従来提案されたアレイ導波路格子の構成を表わした平面図である。

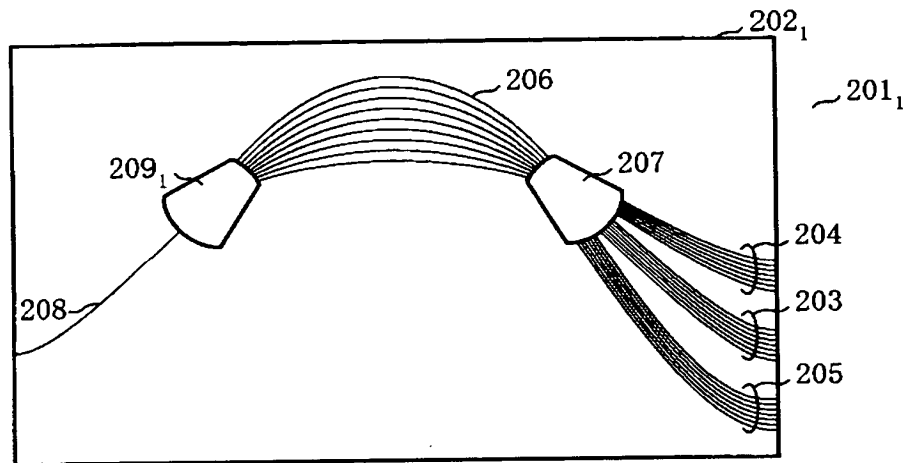
【符号の説明】

- 2 0 1    アレイ導波路格子
- 2 0 2    基板
- 2 0 3    （信号光入力用の）入力導波路
- 2 0 4    第 1 のモニタ用出力導波路
- 2 0 5    第 2 のモニタ用出力導波路
- 2 0 6    チャネル導波路アレイ

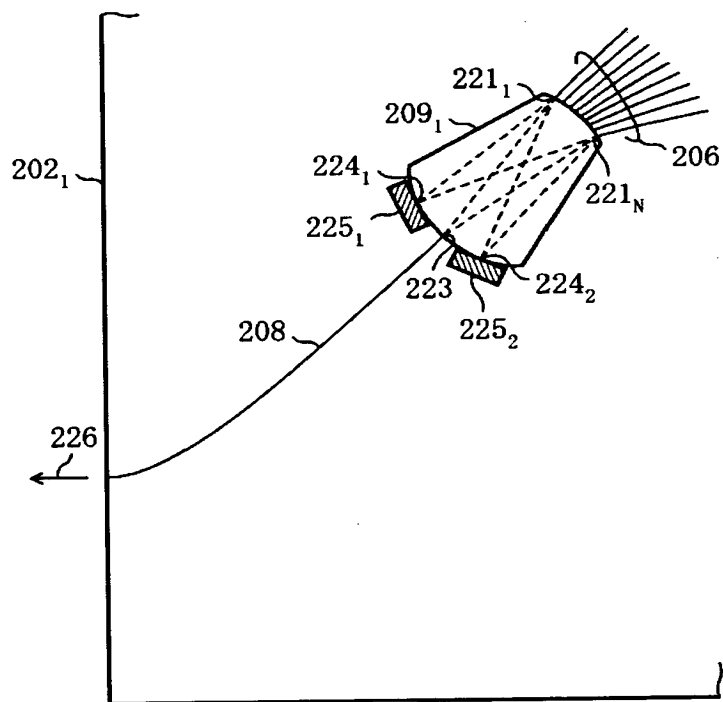
- 2 0 7 入力スラブ導波路
- 2 0 8 出力導波路
- 2 0 9 出力スラブ導波路
- 2 2 5 ミラー
- 2 3 1 第 1 のモニタ用導波路
- 2 3 2 第 2 のモニタ用導波路
- 2 3 3 第 1 のミラー
- 2 3 4 第 2 のミラー
- 2 5 5、2 5 6 全反射終端
- 2 7 1 光ファイバ
- 2 8 5 (モニタ用の) ファイバアレイ
- 3 0 1 モニタ光の 0 次回折光
- 3 0 2 モニタ光の 1 次回折光
- 3 3 3、3 4 1 2 枚組みミラー
- 3 6 1、3 8 1 第 1 の反射光用導波路
- 3 6 2、3 8 2 第 2 の反射光用導波路
- 3 9 1 第 1 の引き回し光ファイバ
- 3 9 2 第 2 の引き回し光ファイバ
- 3 9 5 第 1 の引き回し導波路
- 3 9 6 第 2 の引き回し導波路
- 4 0 1 光送信機
- 4 0 2 光マルチプレクサ (M U X)
- 4 0 8 光デマルチプレクサ (D M U X)
- 4 0 9 光受信機
- 4 1 1 ノード (O A D M)
- 4 2 1 入力側アレイ導波路格子
- 4 2 8 出力側アレイ導波路格子
- 4 3 1 出力監視制御装置

【書類名】 図面

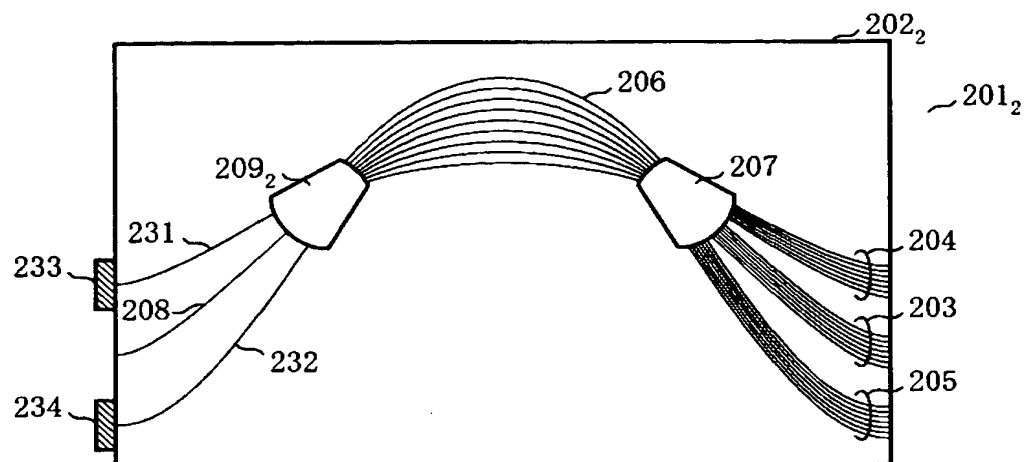
【図 1】



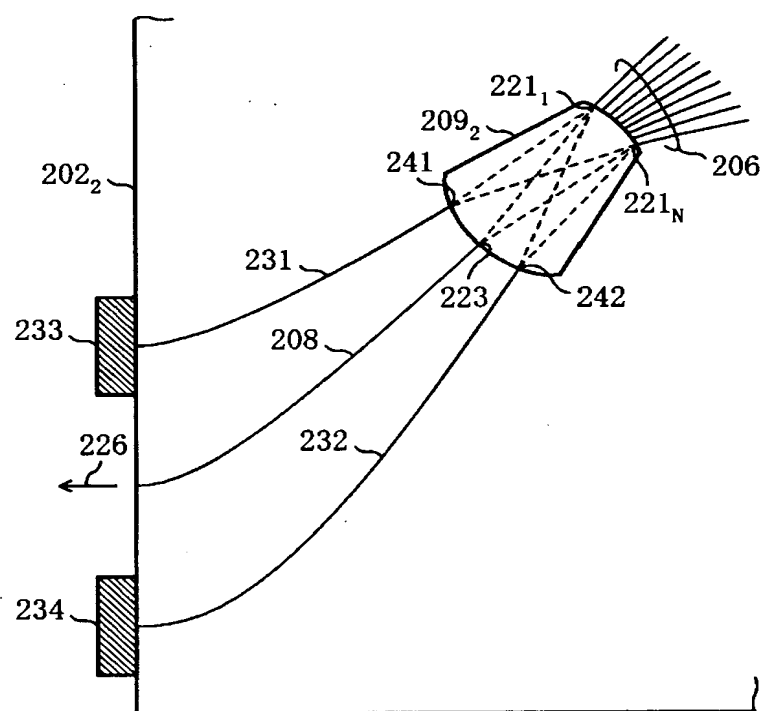
【図 2】



【図 3】

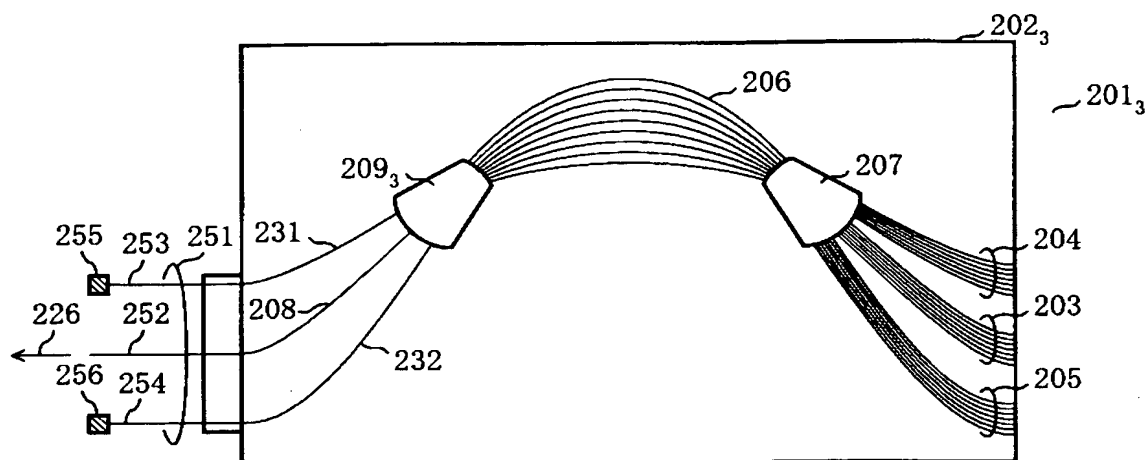


【図 4】

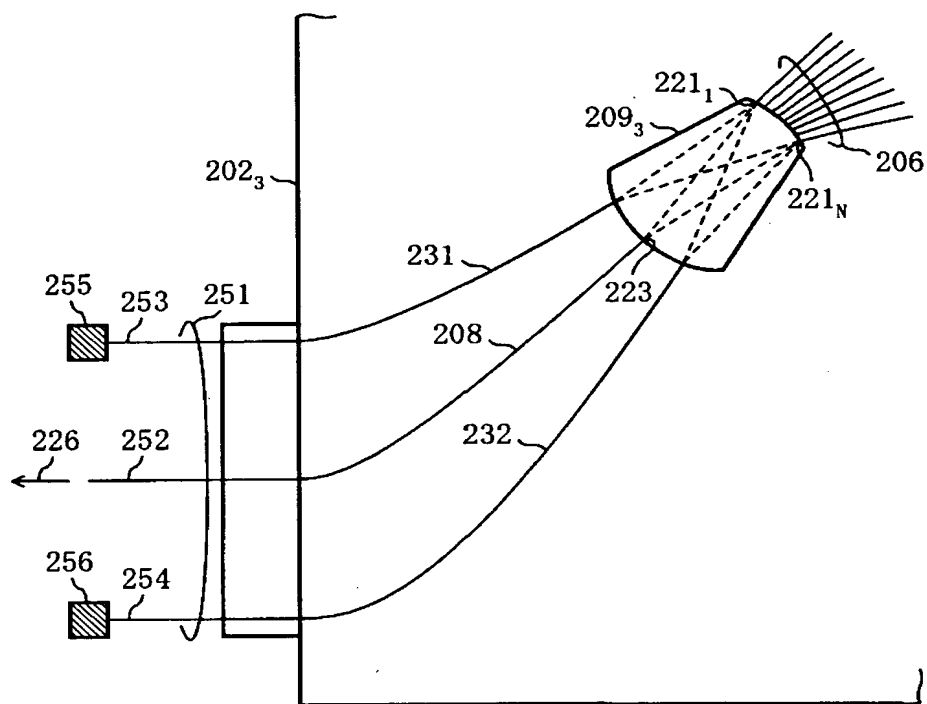




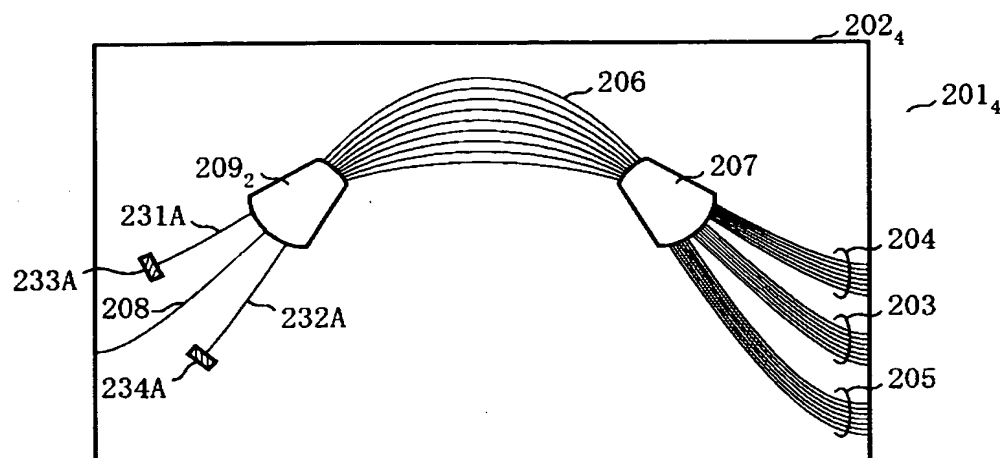
【図 5】



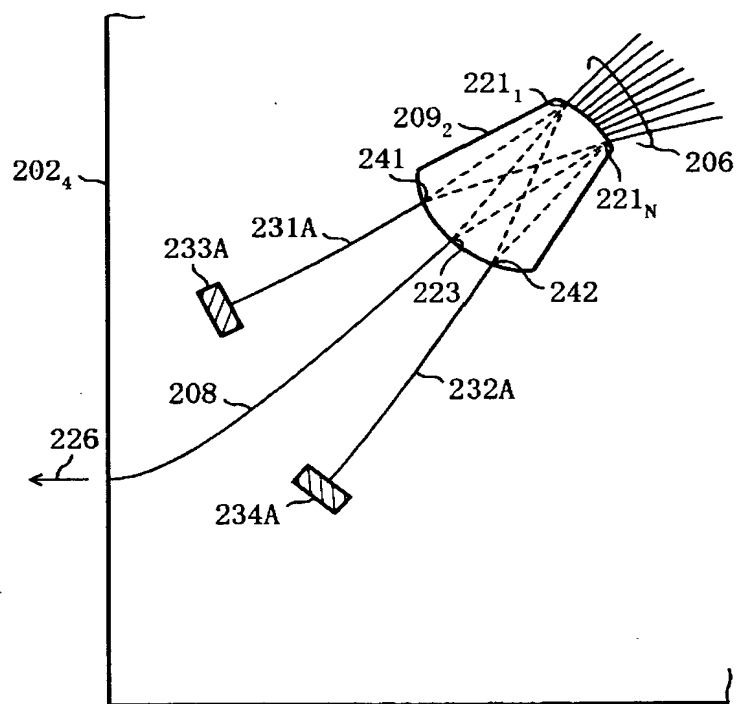
【図 6】



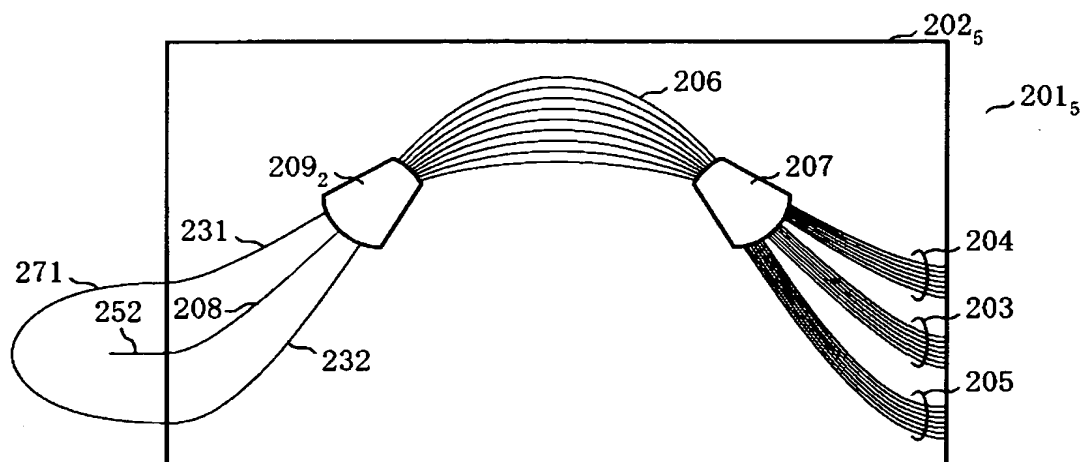
【図 7】



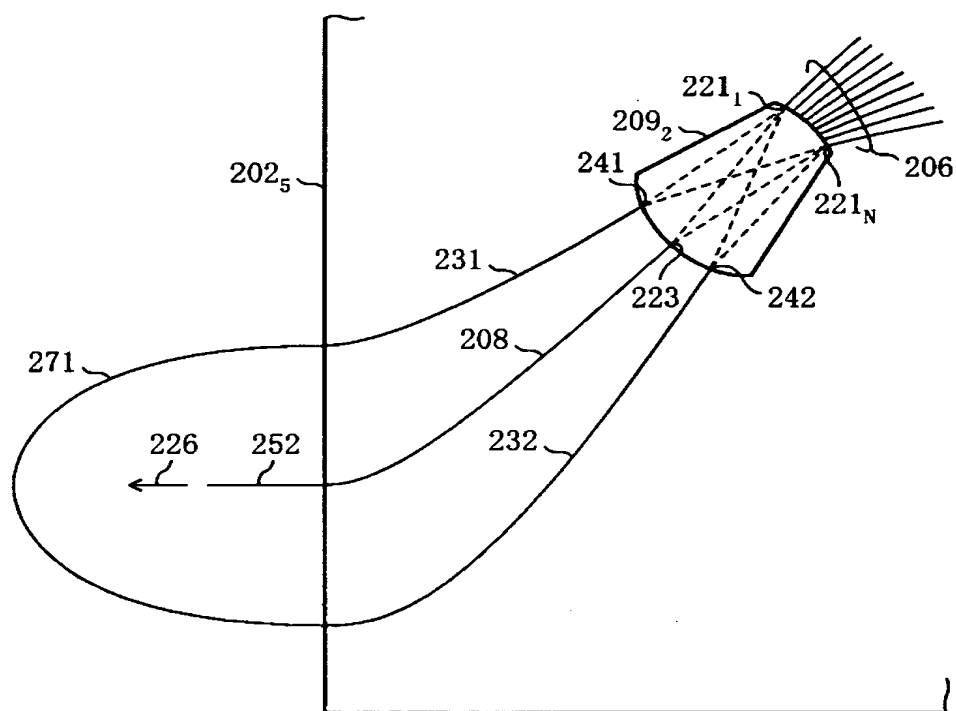
【図 8】



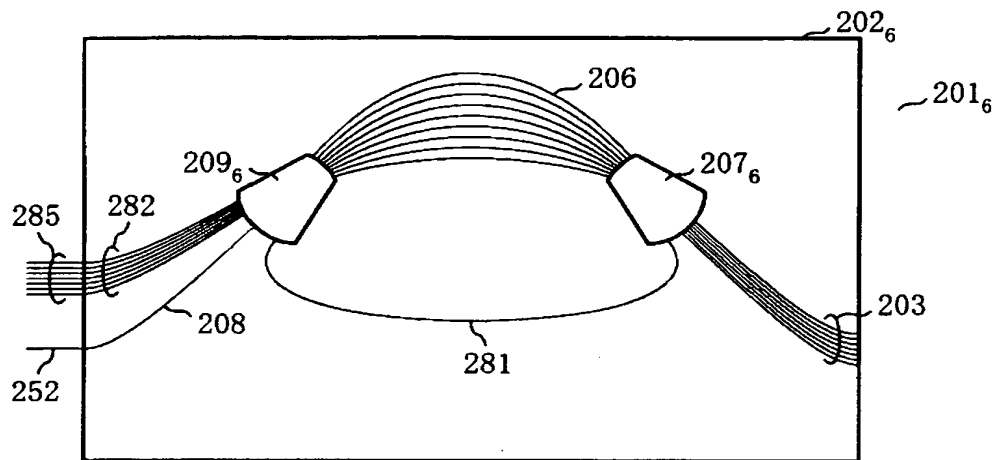
【図 9】



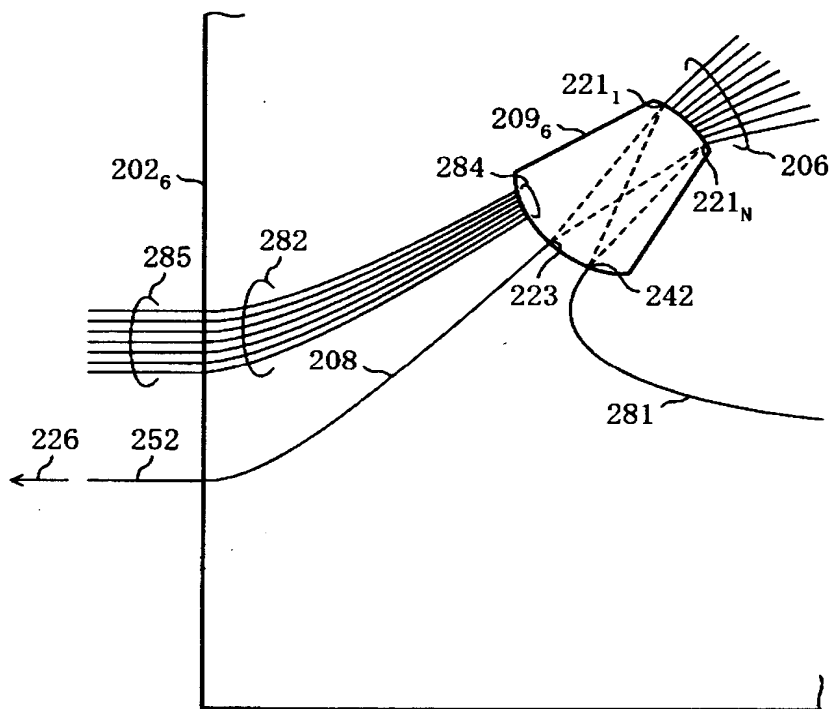
【図 1 0】



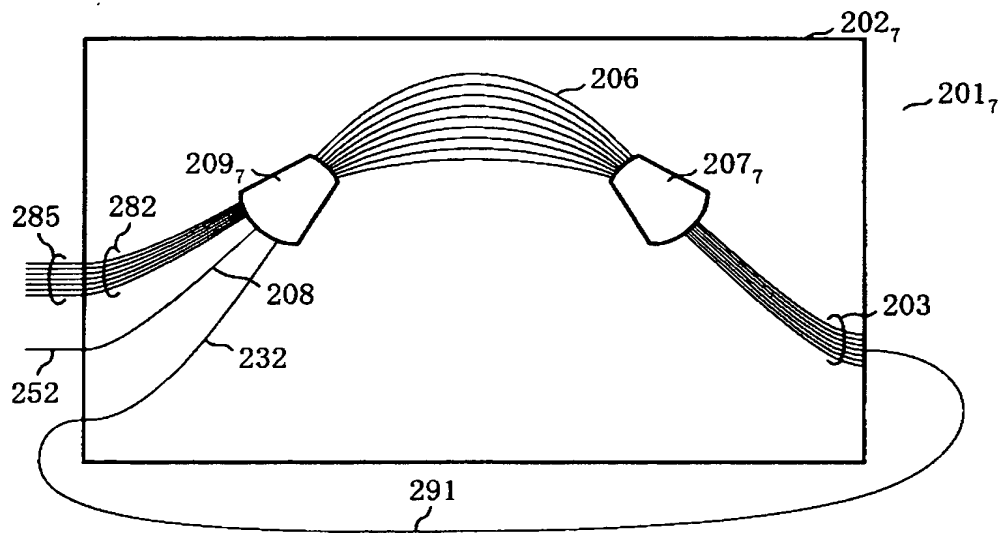
【図 1 1】



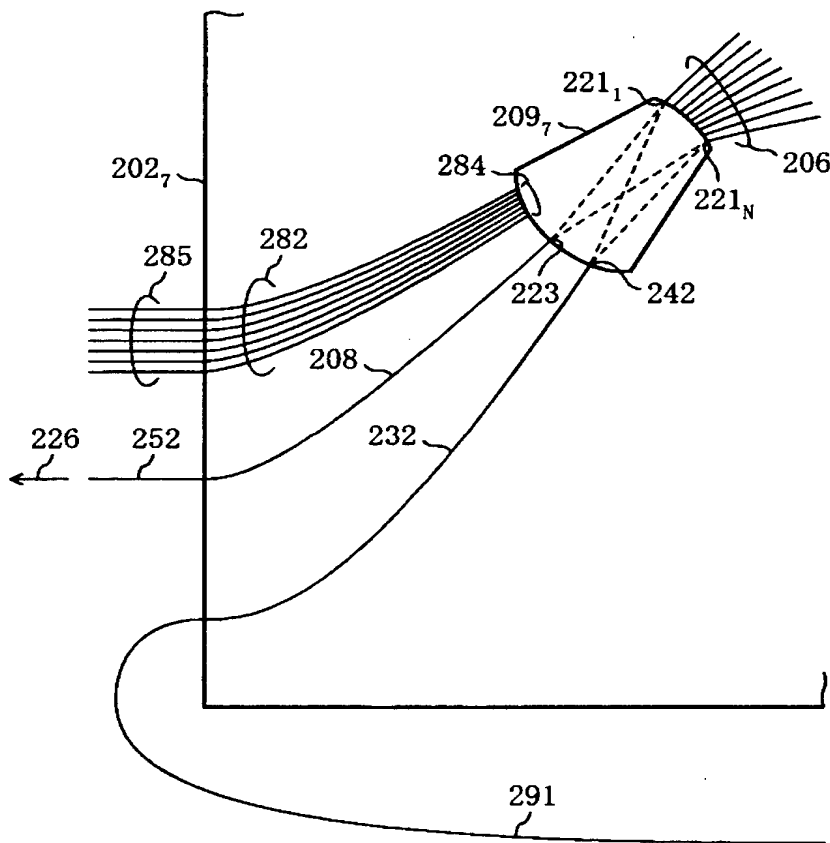
【図 1 2】



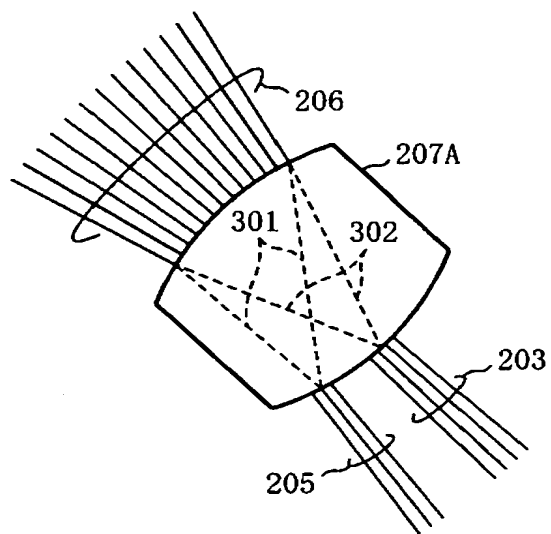
【図 1 3】



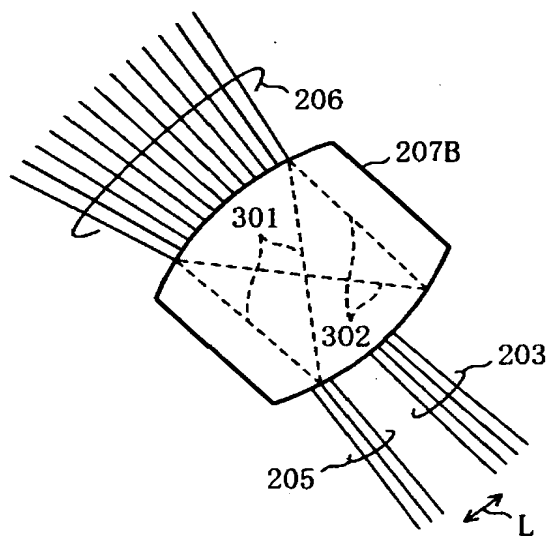
【図 1 4】



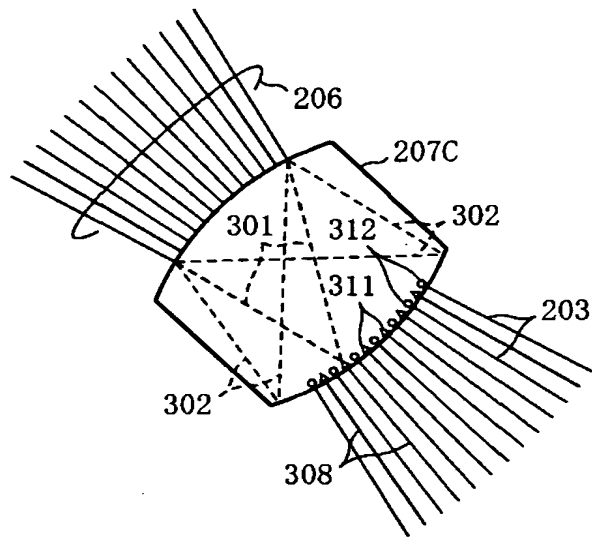
【図 1 5】



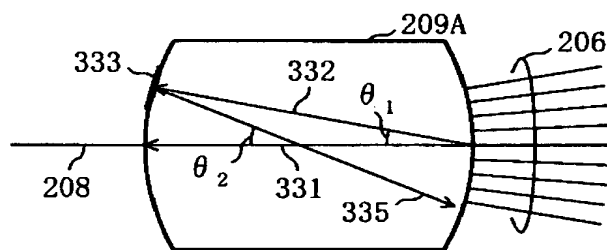
【図 1 6】



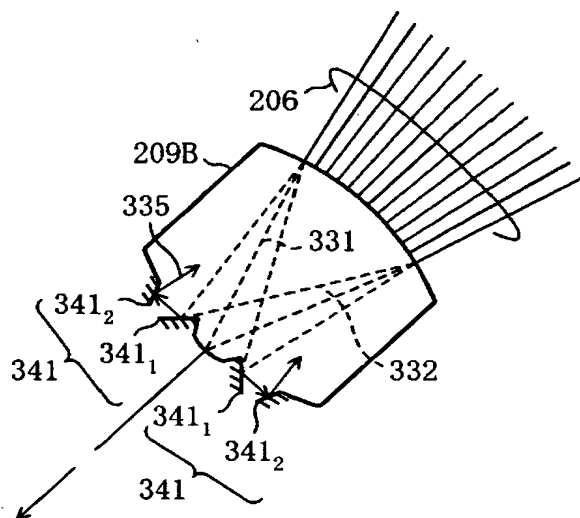
【図 17】



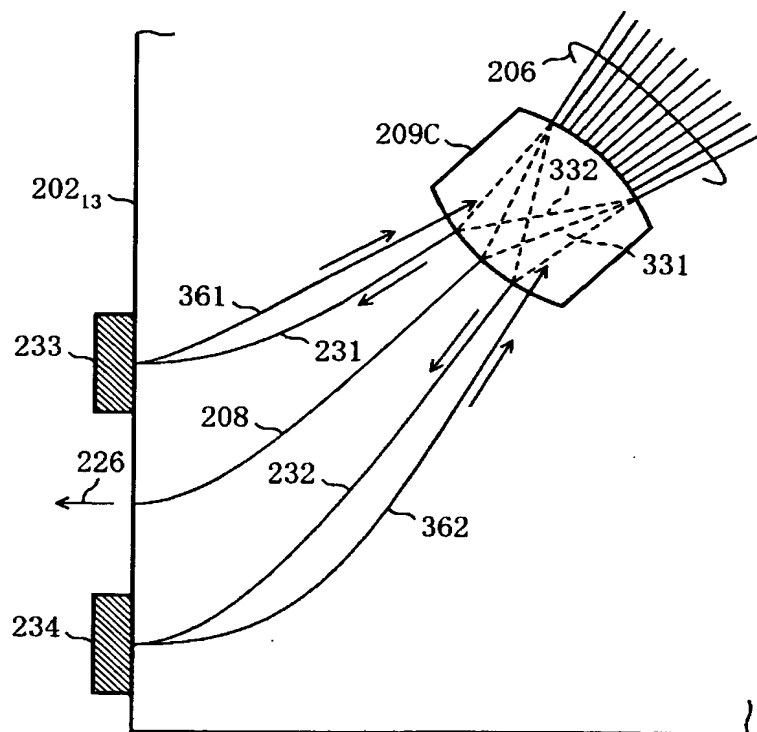
【図 18】



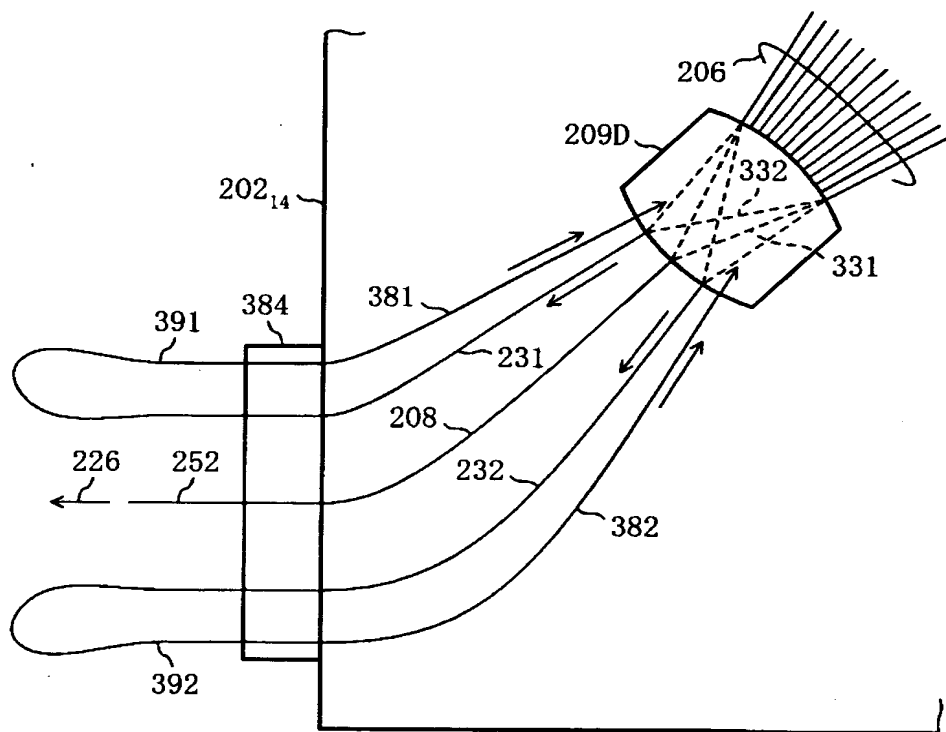
【図 19】



【図 2 0】

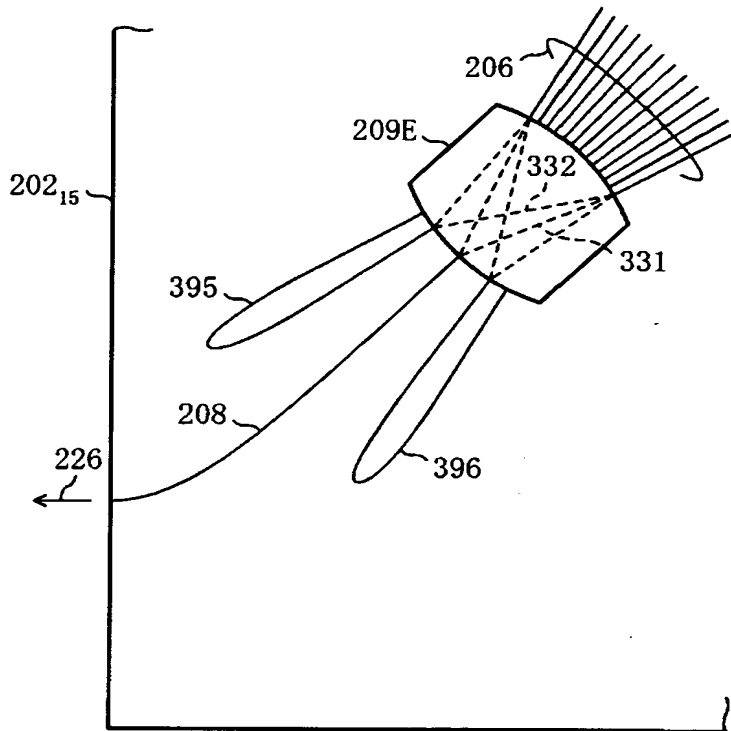


【図 2 1】

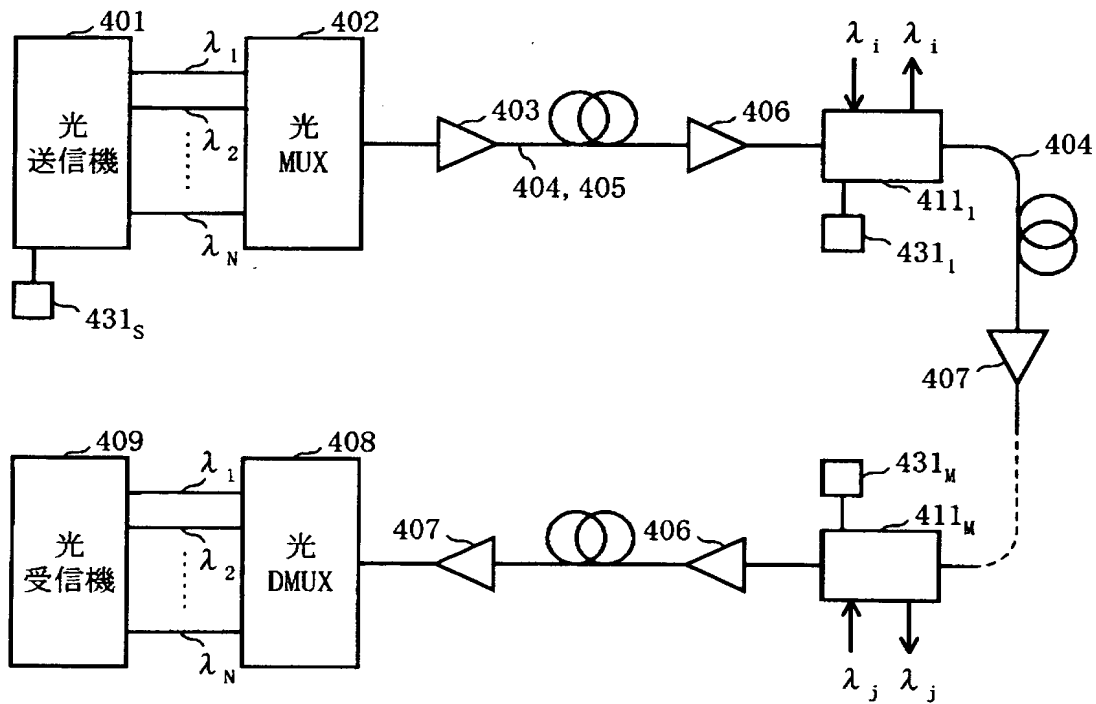




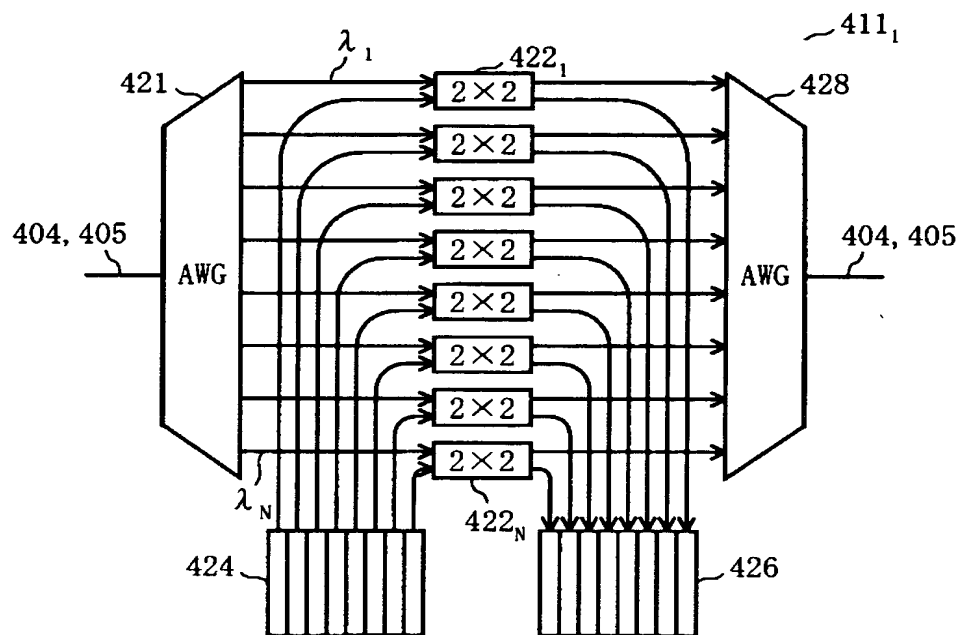
【図 2 2】



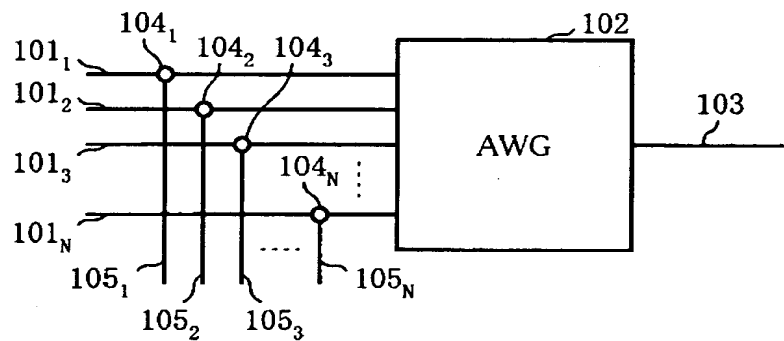
【図 2 3】



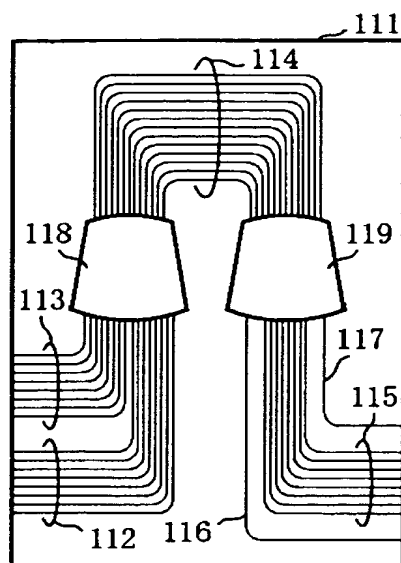
【図 2 4】



【図 2 5】



【図 2 6】



【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    従来、アレイ導波路格子、光送信装置および光通信システムにおいて、主信号をモニタする際には、モニタを行おうとするチャンネルの数だけ分岐部品を用意する必要があった。このため、チャンネル数が増加するとモニタのために必要とする部品が増加して、アレイ導波路格子全体が大型化するという問題があった。さらに、部品点数の増大によりデバイスがコストアップするという問題もあった。

【解決手段】    本発明では、波長の異なる複数の信号をアレイ導波路格子によって多重化した光の高次回折光を使用して、これらの光をモニタすることによってモニタ用の部品数の削減ができるため、装置の大型化やコストアップを極力抑えることのできるアレイ導波路格子、光送信装置および光通信システムを実現する。

【選択図】    図 1

特2000-348871

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-348871	
受付番号	50001476669	
書類名	特許願	
担当官	第一担当上席	0090
作成日	平成12年11月17日	

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成12年11月16日

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000004237]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区芝五丁目7番1号

氏 名

日本電気株式会社